

Aalto-yliopisto

Perustieteiden korkeakoulu

Master's Programme in Information Networks

Taina Kaasalainen

Aikaikkunan avoimuus sähköiselle liikenteelle

– Mahdollisuuksia Suomessa monitasoperspektiivistä tarkasteltuna

Diplomityö

Espoo 6. joulukuuta 2017

Valvoja: Matti Vartiainen, professori

Ohjaaja: Tero Haahtela, DI, KTM

Tekijä Taina Kaasalainen

Työn nimi Aikaikkunan avoimuus sähköiselle liikenteelle – mahdollisuuksia Suomessa monitasoperspektiivistä tarkasteltuna

Koulutusohjelma Master's Programme in Information Networks

Valvoja Matti Vartiainen

Pää tai sivuaine/koodi Information Networks / SCI 3047

Työn ohjaaja(t) Tero Haahtela

Päivämäärä 6.12.2017

Sivumäärä 113 + 13

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Sähköautot näkyvät lehtien palstoilla, mutta eivät juurikaan Suomen kaduilla. Suomi on jäänyt sähköisen liikenteen kehityksmaaksi. Tämän työn tarkoituksena on luoda ajankohtainen näkymä sähköisen liikenteen tilanteeseen kansainvälisesti ja Suomessa. Työ nojautuu sosiotekniseen muutostutkimukseen, erityisesti monitasoperspektiiviin (multi-level perspective, MLP). Sen luomien mallien pohjalta luotiin työkalut, joiden avulla tilannekuvaa jäsenneltiin ja lopulta arvioitiin, onko mahdollisuuksien ikkuna avoinna sähköiselle liikenteelle kansainvälisesti ja Suomessa sekä miten liikenteen sähköistyminen voi muuttaa henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa. Yhtenä tutkimuksen tuloksena luotiin näkymä siihen, miten sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano voisi rakentua Suomessa.

Tutkimuksessa havaittiin, että hiilidioksidipäästöihin perustuvat auto- ja ajoneuvoverot sekä käyttövoimaveron alennus ovat muodostaneet ainoat sähköautonicheen kohdistuvat suojaavat toimenpiteet Suomessa 2007-2017. Vuosille 2018-2021 esitetty määräaikainen tuki sähköautojen hankintaan on hyvä alku, mutta ei riittävä toimenpide tekemään sähköautoista kilpailukykyisiä polttomoottoriautoihin verrattuna omistamisen kustannusten perusteella. Erilaisten tukimuotojen yhdistelmillä vaihtoehtojen vähäpäästöisempien henkilöautojen omistamisen kustannukset alkavat lähestyä bensiiniautoja. Tässä työssä tarkasteltiin hankintatuen, sähköautojen käyttövoimaveron poiston ja ominaispäästöjen WLTP-mittaustavan oletettujen muutosten viemistä auto- ja ajoneuvoveroon sellaisenaan. Suomessa käytetyt auto- ja ajoneuvoverojen veroasteikot ovat vanhentuneita ottaen huomioon ensirekisteröityjen henkilöautojen päästötason kehitys ja toisaalta kunnianhimoiset tavoitteet päästöjen vähentämiseksi. Niitä tulisi tarkistaa ottamaan paremmin huomioon päästötavoitteet.

Viimeinen radikaali päätös ostamisen ja omistamisen verotuksessa sähköautoja suosivaan suuntaan on tehty 2010, kun sähköauton käyttövoimaverot erotettiin dieselautoista. Se tuli voimaan vuonna 2013, jolloin ostamisesta ja omistamisesta kertyvät verot olivat teknologiariippumattomia ottaen huomioon eri käyttövoimien hinta markkinoilla. Vuoden 2013 jälkeen tehdyt inkrementaalit veromuutokset ovat heikentäneet sähköautojen asemaa bensiiniautoihin verrattuna. Ladattavien hybridien tukeminen verotuksen keinoin on lisääntynyt sekä bensiini- että sähköautoon verrattuna.

Kunnianhimo asetetuissa tavoitteissa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi pitäisi jalkauttaa nykytilannetta paremmin nolla- ja pienipäästöisyyttä sekä vaihtoehtoisia käyttövoimia kannustaviksi keinoiksi. Ilman niitä sähköautojen yleistymisen Suomessa on lähes täysin riippuvainen kansainvälisellä tasolla tapahtuvasta kehityksestä ja näin se tapahtuu myöhemmin kuin muualla, missä valinta sähköautojen hyväksi on tehty. Sähköiseen henkilöliikenteeseen siirtyminen on laaja-alainen sosiotekninen muutos, jonka vaikuttavuutta ja mahdollisuuksia ei tänä päivänä välttämättä edes tunnisteta. Sähköiseen liikenteeseen liittyvien niche-innovaatioiden kehittämisen, testaamisen ja kaupallistamisen kannalta olisi suotuisaa, jos Suomi olisi ympäristö, jossa sitä voisi tehdä. Tällä hetkellä Suomi antaa muille maille ja niiden yrityksille etumatkaa tulevaisuuden liiketoiminnan kehittämiseksi.

Monitasoperspektiivin teoriaan tutkimus tuo lisäarvoa muun muassa esittämällä pelkistetyn viitekehksen, joka osoittautui toimivaksi tilanteissa, joissa tarkastellaan valitun nichen kamppailua vallitsevan toimintamallin muuttamiseksi useammalla tasolla, esimerkiksi kansainvälisesti ja kansallisesti. Myös mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelussa käytetty arviointi-ikkuna osoitti voimansa.

Avainsanat Sosiotekninen siirtymä, Monitasoperspektiivi, MLP, sähköinen liikenne, sähköauto

Author Taina Kaasalainen		
Title of thesis Window of Opportunity for Electric Cars		
Master's programme Master's Programme in Information Networks		
Thesis supervisor	Matti Vartiainen	
Major or Minor/Code Information Networks / SCI 3047		
Thesis advisor(s) Tero Haahtela		
Date	Number of pages	Language
6.12.2017	113 + 13	Finnish

Abstract

Electric cars are visible in the newspapers, but not in the streets of Finland. The purpose of this thesis is to create a view to the current situation relating to electric cars in international and national level. Thesis leans on the tradition of sociotechnical transition studies, especially multi-level perspective, MLP. Based on the perspectives and dimensions MLP offers, the tools were created for the purpose of analyzing whether the windows of opportunity are open for electro mobility or not. The focus was both on international level as it was on national level. One perspective in the study was to create a view for Finland, how the sociotechnical configuration in personal transportation could be changing by electrification.

The more thorough analysis on national level were made by studying how changes in taxes relating to purchasing and owning the car have been changed since 2007 from the electric car point of view. Taxes included are value added tax, car tax after the first registration and vehicle tax (including base tax and tax on driving power). Comparisons with similarly equipped electric car (BEV), gasoline car (ICE) and plug-in hybrid car (PHEV) were calculated. In addition to that, total cost of ownership (TCO) to the users, was calculated with the current rates of taxes, with the newly introduced 2000€ incentive for purchasing the electric car and with hypothetical combined support package.

The study reveals that the carbon emission based taxes have been the only support in Finland so far, which have created some kind of protection for the niches with more environmentally friendly driving power than the internal combustion engine offers. However, the impact is only narrowing the gap between BEV and ICE, which is due to the value added tax carried by the market pricing. Lately the gap has been widening again, because of the changes in taxation since 2013. PHEV has benefitted of those changes compared to BEV.

The ambition in goals is high in Finland, but the implementation still lacks will, courage and means in order to act for regime shift to the low-carbon transportation. The decisions made according taxes and supportive elements has been incremental since 2010, when tax on driving power for BEV was separated from the one for diesel cars. New subsidy in purchasing offered to the consumers is a good start and important first signal, but not enough in order to make the electric car affordable compared to ICE basing on the total cost of ownership.

There is a need for new policy instruments and more powerful signals, which support the radical change needed from the electric car and electro mobility point of view. Otherwise, Finland will follow far behind of the current development and the possibilities the elektro mobility offers in a wide perspective.

As an additional value to MLP, this study offers a simplified framework. It is usable in studying the pressures to the regime from different dimension of MLP in multiple levels (eg. International and national level) of interest with selected niche-innovation.

Keywords Sociotechnical Transition, Multi-level perspective, MLP, Electro mobility, Electric car

Alkusanat ja kiitokset,

Sanotaan, että purjehtija on perillä, kun köydet irtoavat laiturista. Siltä minusta tuntui heti alkuvaiheessa, kun aloin perehtyä aiheeseeni. Taisin jopa tykätystä.

Purjehduksessa, etenkin avomeripurjehduksessa, ei lähtiessä voi tietää, milloin saavutaan satamaan. Vallitsevat tuulet, sääolosuhteet, veneen ominaisuudet, purjevalinnat, aallokko, miehistön navigointi- ja purjehdustaidot ja toimintakyky esimerkiksi vaikuttavat lopputulemaan.

Vaikka alkutaival näyttäisikin lupaavalta, niin pitkällä purjehduksilla ei voi välttyä yllätyksiltä. Odottamattomia asioita tapahtuu. Joskus voi tapahtua vähän liikaakin asioita kerralla. Joku seisoo köyden päällä, lukko jää avaamatta, kampi hukassa. Engelsmanni. Tilanteet eskaloituvat ja tärkeimpänä tavoitteena tällöin on selviytyä ja pyrkiä toimimaan suurempien vahinkojen estämiseksi. Tällainen hetki on varmasti se, jos vene täydessä vauhdissa tömähtää karille. Oma dippaneeni rysähti. Ja pysähti. Avomerellä, jossa ei pitänyt olla mitään väistettävää, oli ilmaantunut talonmuotoinen, kosteusvaurioitunut karikko. Pohjasta pilalla oli myös vene. Pahimpaan varautuvan aika on pitkä odottaa pelastusjoukkoja saapuvaksi. Vaikka kuinka yrittäisi miettiä muita asioita, niin kyllä sitä pikeminkin lähtee etsimään jotakin tuketta pohjasta kuuluvan pulputuksen estämiseksi, kuin toteaa, että mulla kyllä oli vähän muita suunnitelmia... Olihan niitä. Onneksi, kun hätä oli suuri, niin apujoukkojakin löytyi. Erityiskiitos sisikolleni Katrille, ystävälleni Minnalle, ainoille vanhemmilleni sekä kaikille muille, jotka ette jättäneet uppoamisvaarassa ollutta venettä.

Veneen kampeaminen karikolta kesti. Ja kesti. Välillä jo luultiin, että nyt irtoaa, mutta apuun tullut asiantuntija onnistuikin vain jymäyttämään veneen tiukemmin kiinni. Viimein hovioikeuden suosiollisella avustuksella paatti saatiin irrotettua ja karikko jätettyä muiden ongelmaksi. Toki toivoen, ettei kukaan muu siihen enää törmäisi. Vähitellen vene saatiin jälleen purjehduskuntoon, mutta tietenkin tapahtui se, mitä purjehduksilla aina välillä osuu kohdalle. Purjehtijan painajainen. Pläkä. Se syö ihmistä. Mitään ei tapahdu, vaikka menohaluja olisi. Pureskellaan suklaata ja odotellaan, josko tuulta löytyisi. Pieni korjausliike reitivalintaan ja vähitellen tuuli alkoi heräillä purjeissa. Tyyntä myrskyn edellä. Niin tässäkin tapauksessa. Loppumatka vedettiinkin sellaista haipakkaa, että välillä epäilytti, pysyykö vene hallinnassa. Samoilla silmillä mentiin pitkiä paa-keja, ja vahtivuoro oli koko ajan päällä. Armas mieheni huolehti muonituksesta, oikoluvusta ja tsemppaamisesta. Kiitos kaunis. Vieläkin valosi häikäisee.

Diplomityöni ollessa lipumassa laituria kohden suuri kiitos kuuluu veneen kipparille, Matti Vartiainenille, joka toimi valvojana työssäni, sekä ohjaajalleni Tero Haahtelalle. Arvostan sitä, että annoitte aikaa, kun sitä tarvittiin. Vielä haluan kiittää Pekka Malista, Heikki Karsimusta sekä sähköisen liikenteen toimialaryhmää, jotka olitte lähettämässä venettä matkaan. Kiitos myös Marjo Korhoselle, joka ystävällisenä majakkana näytti suunnan, mistä kotiranta löytyy, kun pa-luun hetki lähestyi.

Lopuksi haluan vielä kiittää kaikkia Aalto-yliopiston luennoitsijoita, opettajia ja professoreita, jotka olette joutuneet lukemaan erilaisia purjehdusvertauksia opintojeni edetessä. Kohta ei enää tarvitse. Purjehduksen jälkeen, mieli tekee pizzaa, suihkua ja nukkumaan.

Helsingin Alppila 6.12.2017

Taina Kaasalainen

Työni on omistettu viime vuonna edesmenneille isovanhemmilleni. Satavuotias Suomi.

Sisällys

1.	Johdanto	1
1.1.	Sähköauto on polttomoottoriautoa vanhempi keksintö	1
1.2.	Suomi sähköisen liikenteen kehitysmaana	2
1.3.	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	4
1.4.	Diplomityön rakenne	5
2.	Sosioteknisen muutoksen malli	7
2.1.	Sosiotekninen kokoonpano ja sosiotekninen siirtymä	7
2.2.	Arviointia sosioteknisen siirtymän tarkastelunäkökulman valinnasta	8
2.3.	Sosiotekninen toimintamalli (regiimi) on dynaamisesti stabiili	10
2.4.	Sosiotekninen toimintaympäristö (landscape) luo painetta muutokselle	12
2.5.	Radikaalit innovaatiot syntyvät nichessä	13
2.6.	Monitasoperspektiivi (multi-level perspective, MLP)	14
2.7.	Mahdollisuuksien ikkuna (window of opportunity)	17
2.8.	Polkuja sosiotekniseen muutokseen	17
2.9.	Sosiotekninen muutos liikenteessä	19
3.	Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelun menetelmistä ja aineistosta	21
3.1.	Sosioteknisten muutosten tutkimusmenetelmistä	21
3.2.	Tutkimuksen viitekehys ja eteneminen	22
3.3.	Tiedon tarpeet, hankinta ja menetelmät	24
3.4.	Yksityiskohtaisempaa tietoa aineiston valinnasta ja käsittelystä	27
3.4.1.	Verkkolehtiartikkelien valinta ja käsittely	27
3.4.2.	Keinojen analysointiin liittyvistä lähtötiedoista ja niiden käsittelystä	28
3.4.3.	Muiden aineistojen valinnasta ja tietojen käsittelystä	30
3.5.	Joitakin sähköiseen liikenteeseen liittyviä käsitteitä ja rajoituksia	30
3.5.1.	Sähköajoneuvokanta, sähköauto ja latauspisteet	30
3.5.2.	Ostamisen ja omistamisen verot ja omistamisen kustannukset	31
3.5.3.	Liikenteen päästöt	31
4.	Tesla haastaa, EU vaatii ja ympäristöjärjestöt painostavat	33
4.1.	Tuote- ja toimittajaverkosto-platformat autoteollisuuden perustana	33
4.2.	Ulkoiset toimialaa ohjaavat platformit	34
4.3.	Sähköisen liikenteen tarkastelu platform-näkökulmasta	36
4.3.1.	Tesla autoalan häirikkönä	37
4.3.2.	Teslan tavoitteena polttomoottoriautojen häviäminen ja puhdas energia	39
4.3.3.	Sähköautoilla, robottiautoilla ja käyttöliittymillä kohti avoimia liikkumisen platformeja	41
4.4.	Pohdintaa uusien haastajien uhasta toimialan perusrakenteille	43

4.5.	Toimintaympäristön muutoksia EU-tasolla.....	45
4.5.1.	Euroopan Unionin tavoitteita päästöille ja sähköiselle liikenteelle	45
4.5.2.	Keinoina vaatimuksia, sanktioita ja kannusteita valmistajille	46
4.6.	Eri maiden Kannusteita nicheelle ja regiimin horjuttamista	48
4.6.1.	Norjan malli kannustaa nicheä.....	48
4.6.2.	Iso-Britannia ja Ranska horjuttavat regiimiä myyntikielloilla	50
4.7.	Dominoefektejä autoteollisuudessa.....	50
4.7.1.	Ympäristöjärjestön valppaus paljasti ”päästöskandaalin”	51
4.7.2.	Perinteisten autonvalmistajien innostus sähköautoihin	53
4.7.3.	Ympäristöjärjestön näkemys sähköisten autojen myynnin kehittämisestä 54	
4.7.4.	Sähköautomarkkinan globaali kehitys.....	54
4.8.	Pohdintaa mahdollisuuksien ikkunan avoimuudesta kansainvälisellä tasolla....	56
5.	Toimintaympäristön konkretisoituminen tavoitteiksi ja keinoiksi Suomessa	60
5.1.	Tulkinta toimintaympäristön muutoksesta	60
5.2.	Suomen asettamia tavoitteita päästöille ja sähköiselle liikenteelle	60
5.3.	Tavoitteista todellisuuteen	63
5.3.1.	Sähköajoneuvokanta ja latausinfrastrukturi	63
5.3.2.	Autokannan uudistuminen, päästöt ja tavoitteiden toteutuminen	65
5.4.	Politiikan työkalupakki tavoitteisiin pääsemiseksi	66
5.4.1.	Auton ostamisen ja omistamisen verotuksen muutokset 2007-2017	67
5.4.2.	Keskustelua autoveron tulevaisuudesta	70
5.4.3.	Romutuspalkkiot autokannan uudistamiseksi.....	72
5.4.4.	Sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuki	72
5.4.5.	Pohdintaa työkalupakin keinoista sähköautojen kannalta.....	73
5.5.	Sähköinen liikenne käyttäjäkustannusten näkökulmasta.....	74
5.5.1.	Sähkö- ja bensiiniauton omistamisen ja käytön kustannukset.....	75
5.5.2.	Keinojen merkitys omistamisen kustannuksiin.....	77
5.5.3.	Pohdintaa omistamisen kustannuksiin liittyen.....	78
5.6.	Sähköiseen liikenteeseen liittyvää julkista keskustelua	78
5.6.1.	Sähköiseen liikenteeseen liittyvien artikkelien volyymi	79
5.6.2.	Poimintoja julkisen keskustelun aiheisiin liittyen	81
5.6.3.	Keskustelua sähköautojen päästöihin liittyen	83
5.7.	Pohdintaa mahdollisuuksien ikkunan avoimuudesta Suomessa	84
6.	Tulosten pohdinta ja johtopäätökset	87
6.1.	Aikaikkunan avoimuudesta Suomi-painotuksella.....	87
6.2.	Sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano Suomessa	90
6.3.	Politiikkasuosituksia	91
6.4.	Pelkistetyn viitekehyksen arviointi ja sen tarkennus	92

6.5. Arviointia henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanomallin ja arviointikehikon toimivuudesta.....	93
6.6. Tutkimuksen arviointia.....	94
6.7. Tutkielman rajallisuus ja jatkotutkimuksen kohteet	96
7. Loppusanat.....	97
LÄHTEET	98

LIITTEET

Liite 1. Sosiotekniseen muutokseen liittyvä tutkimus Scopus-tietokannassa 2011 ja 2016.

Liite 2. Esimerkkejä regiimiin liittyvistä säännöistä Scottin (1995) ja Geelsin (2004) mukaan

Liite 3. Muutospolkuja sosiotekniseen muutokseen Geelsin (2007b) mukaan

Liite 4. Auton omistamisesta käyttäjälle koituvien kustannusten lähtötiedot.

Liite 5. Sähköautojen markkinaosuus johtavissa sähköautomaissa sekä kehitystä johtavissa kaupungeissa. (Lähde IEA, 2017, s. 37)

Liite 6. Norjalaiset lataavat sähköautojaan useimmin kotona ja harvoin julkisissa nopean latauksen pisteissä (Lähde: IEA, 2017, s.33)

Liite 7. Autovalmistajien sähköautomyynnille asettamiensa tavoitteiden toteutuminen vuonna 2016. (Lähde: Transport & Environment, 2017, s.6).

Liite 8. Eri autonvalmistajien sähköautoihin ja ladattaviin hybrideihin käyttämä osuus markkinointikustannuksista vuonna 2016. (Lähde: Transport & Environment, 2017, s.3).

Liite 9. Vuonna 2016 Sähköautomarkkinat kasvoivat voimakkaimmin Kiinassa. Euroopassa ja Yhdysvalloissa kasvu oli hitaampaa. (Lähde: Hertzke ja muut, 2017)

Liite 10. Kiinassa sähköautoja myydään eniten. (Lähde: IEA, 2017, s.12)

Liite 11. Sähköautomyynnin kehitys Bloombergin ennusteen mukaan vuoteen 2040 asti (Lähde: Hertzke ja muut, 2017)

Liite 12. Maailmanlaajuinen henkilöautojen tuotanto vuonna 2016. (Lähde: ACEA, 2017b)

Liite 13. Akkujen hintakehitys Bloombergin mukaan

Liite 14. IEA:n näkemys akkujen hintojen ja suorituskyvyn kehityksestä. (IEA, 2017, s.14)

Liite 15. Lakimuutoksien vaikutus ostamisen ja omistamisen verokertymiin 2007-2019

Liite 16. Auto- ja ajoneuvoverojen muutokset sekä ensirekisteröityjen autojen päästöt

Liite 17. Hahmotelmaa verotaulukoiden muutosta varten

Termejä ja lyhenteitä

Lyhenne / termi	Mitä tarkoittaa	Selitys
BEV	Battery Electric Vehicle	Täyssähköajoneuvo, jonka sähkömoottori ottaa käyttövoimansa akkuihin ladatusta sähköstä
CO ₂	Hiilidioksidi	Kasvihuoneilmiötä aiheuttava pitkäikäinen kaasu, jota syntyy pääasiassa öljyä tai kivihiiltä poltettaessa
CO ₂ e	Hiilidioksidi-ekvivalentti	Ilmaston lämpenemiseen vaikuttavien eri kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka määrä ilmaistaan painona
EV	Electric Vehicle	Yleinen termi sähköisen moottorin omaaville ajoneuvoille
EVSE	Electric Vehicle Supply Equipment	Välineistö, joka välittää sähköenergian virtalähteestä EV:n akkuihin kommunikoiden EV:n kanssa turvallisen määrän toimittamiseksi. Yleisesti nimitetään latausasemiksi tai -pisteiksi, jotka sisältävät liittimet, johtimet, sovitimet ja muut tarvittavat välineet.
Fast Charging	Nopea lataus	Nopean latauksen asemat tuottavat tasavirtaa ulkoisesta laturista akkuihin. Täyteen lataamisen aika voi vaihdella 0,5-2 tuntiin.
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle	Polttokennoauto
FFV, Flex-fuel	Flexible Fuel Vehicle	Auto, joka pystyy käyttämään mitä tahansa bensiinin ja ja korkeaseosteisen etanolin seosta
HEV	Hybrid Electric Vehicle	Ajoneuvo, jonka käyttövoimana yhdistyy perinteinen polttomoottori ja sähkö polttoainetehokkuuden parantamiseksi. Akkuja ei ladata ulkoisesta virtalähteestä.
IEA	International Energy Agency	Kansainvälinen energijärjestö
ICE	Internal Combustion Engine	Polttomoottori, käyttää nestemäistä polttoainetta (kuten bensaa, dieseliä tai biopolttoaineita) tai kaasumaista polttoainetta. Yleisin moottorityyppi nykyautoissa.
kW	kilowatti	Voiman yksikkö, vastaa 1000 wattia, 1000 joulea/sekunti tai n. 1,34 hevosvoimaa.
kWh	Kilowattitunti	Energian yksikkö, joka ilmaisee tunnin aikana syntyvän energian määrän, kun työtä tehdään jatkuvalla 1kW teholla tunnin ajan. Yleisesti sähköyhtiöiden käyttämä laskutusyksikkö.
MaaS	Mobility as a Service	Liikenne palveluna

OTA	Over The Air	Tietoverkkojen avulla tapahtuva toimenpide, esimerkiksi ohjelmistopäivitys, huolto tai korjaus.
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	Ladattava hybridiajoneuvo. Voi käyttää sähköä ensisijaisena voimanlähteenä. Polttomoottori tyypillisesti avustaa akkujen lataamisessa tai toimii varavoimanlähteenä.
Slow Charging	Hidas lataus	Yleisin lataustapa, jolla välitetään vaihtovirtaa ulkoisesta laturista akkuihin. Latausaika vaihtelee 4-12 h.
TCO	Total Cost of Ownership	Ostohinta ja omistuksen aikana käytöstä aiheutuneet kustannukset, kuten arvon aleneminen, rahoitus, vakuutukset, verot, polttoaine- ja ylläpitokustannukset.
TTW	Tank-to-Wheels	Käyttövoimaketjun energiatehokkuus liikenteessä.
WTT	Well-to-tank	Käyttövoimaketjun energiatehokkuus tuotannossa.
WTW	Well-to-wheels	Koko käyttövoimaketjun energiatehokkuus
ZEV	Zero Emission Vehicle	Nollapäästöinen ajoneuvo, esimerkiksi sähköauto. ZEV-mandaatti esimerkiksi Kaliforniassa (1990 alkaen) on vaatimus auton valmistajille tuottaa myös nollapäästöisiä ajoneuvoja valikoimassaan.

LISTA KUVIOISTA

Kuvio 1. Sähkö- ja ladattavien hybridiautojen lukumäärä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Alankomaissa lokakuussa 2017. _____	2
Kuvio 2. Henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanon elementit Geelsin mukaan. _____	7
Kuvio 3. Kestäviin siirtymiin liittyvien keskeisten tutkimussuuntien kartta. _____	9
Kuvio 4. Kolme toisiinsa liittyvää analyttistä ulottuvuutta Geelsin mukaan. _____	10
Kuvio 5. Sosioteknisen regiimin monitoimijaverkosto ja sosioteknisen regiimin muodostuminen. _____	11
Kuvio 6. Toimintaympäristöä muokkaavat esimerkiksi taloudelliset syklit. Seuraavaa Kondratieffin 40-60 vuotta kestävää sykliä on enteilty älyteknologioiden ja resurssitehokkuuden kaudeksi (Wilenius ja Kurki, 2012, s.9). _____	13
Kuvio 7. Monitasoperspektiivin eri tasojen välinen sisäkkäinen hierarkia Geelsin mukaan. _____	15
Kuvio 8. Sosioteknisen muutoksen malli. _____	16
Kuvio 9. Innostus ja pettymyssykli vaihtoehtoisia käyttövoimia kohtaan Geelsin mukaan. _____	20
Kuvio 10. Tutkimuksen viitekehys ja tarkastelun kohteet sähköautoihin liittyen pelkistetyksi. _____	23
Kuvio 11. Tesla on muokannut henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa omien tavoitteidensa mukaiseksi. _____	44
Kuvio 12. Todellisten ja tyyppihyväksynnässä ilmoitettujen kulutustietojen välisen eron kehittyminen vuodesta 2001 vuoteen 2016 mennessä. _____	51
Kuvio 13. Sähköautojen ja ladattavien hybridien määrän kehittyminen vuodesta 2010 vuoteen 2016 maailmanlaajuisesti _____	55
Kuvio 14. Öljyn kulutuksen jakautuminen vuonna 2014 _____	62
Kuvio 15. Liikenne aiheuttaa viidenneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Valtaosa liikenteen päästöistä tulee tieliikenteestä, erityisesti henkilöautoliikenteestä. _____	62
Kuvio 16. Sähköajoneuvot ovat energiatehokkaampia henkilöautoina ja myös busseina. _____	63
Kuvio 17. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridiautojen lukumäärän kehitys Suomessa. _____	64
Kuvio 18. Suomessa ensirekisteröityjen autojen lukumäärä 2006-2017 sekä autokannan uusiutumiselle asetettu tavoitetaso. _____	65
Kuvio 19. Päästötavoitteet ja toteuma (2006-2017) ensirekisteröityjen ja koko henkilöautokannan osalta. _____	66
Kuvio 20. Auton ostamiseen ja omistamiseen liittyvien verojen kertymä vuosina 2007-2017 tehtyjen veropäätösten vuoksi sähkö-, bensiini- ja hybridiautoilla. _____	68
Kuvio 21. Verotuksen painopiste on siirtynyt autoverosta ajoneuvoveroon vuodesta 2015 alkaen valtion tilinpäätöstietojen perusteella. _____	69
Kuvio 22. Auto- ja ajoneuvoveroon liittyvien artikkelien lukumäärä Helsingin Sanomissa (HS) ja Ilta-Sanomissa (IS) vuosina 2016 ja 2017. _____	71
Kuvio 23. Sähkö- ja bensiiniauton omistamisen (TCO) kustannukset 15 vuoden aikana. _____	75
Kuvio 24. Herkkyystarkastelua: paljonko sähkön tai bensiinin hinnan nousu tai ajettujen kilometrien lisääntyminen nostaisi eri käyttövoimilla autoilun kustannuksia. _____	76

Kuvio 25. Omistamisen kustannukset, jos verot ja kustannukset määräytyisivät auton todellisen kulutuksen perusteella. _____	77
Kuvio 26. Sähköauton hankintatuen (2000 euroa) merkitys omistamisen kustannuksiin. _____	77
Kuvio 27. Kumuloituvat kustannukset pienipäästöisten tukipaketilla. _____	78
Kuvio 28. Artikkelien määrän kasvu sähköautoihin liittyen 2007-2017. _____	79
Kuvio 29. Sähköautoihin liittyvät artikkelit painetussa Helsingin Sanomissa osastoittain. _____	80
Kuvio 30. Sähköautoihin ja biopolttoaineisiin liittyvien artikkelien kokonaismäärät Helsingin Sanomissa, Iltasanomissa ja Tekniikka&Talous -lehdissä. _____	81
Kuvio 31. Polttoaineen tuotannosta ja auton käytöstä aiheutuvat CO ₂ g/km Suomessa vuonna 2014. Sähköautolla kulutus 12,7 kWh/100km ja bensiiniautolla kulutus 5 l/100 km. _____	83
Kuvio 32. Geelsin (2012) havaitseman innostus-pettymyssyklin jatkuminen Suomessa. _____	85
Kuvio 33. Mahdollinen sähköisen henkilöliikenteen kokoonpano ja sen kehittymismahdollisuuksia Suomessa. _____	90
Kuvio 34. Pelkistetyn viitekehysten tarkistus. _____	93

LISTA TAULUKOISTA

Taulukko 1. Sosioteknisen muutoksen muutospolkujen tunnusomaisia piirteitä. _____	18
Taulukko 2. Monitasoperspektiivin eri tasot huomioiva arviointikehikko aikaikkunan avoimuutta edistävästä tai estävästä tekijöistä Geelsiä (2014b) mukaillen. _____	24
Taulukko 3. Keskeiset analyysin kohteet (toimijat, säännöt ja sosiotekninen systeemi) MLP:n eri tasoilla. _____	25
Taulukko 4. Valitut tarkastelun näkökulmat, kohteet ja niihin liittyvät tiedon lähteet _____	26
Taulukko 5. Strategiatyökalu sähköisen liikenteen uusille tulokkaille Gaweria (2009) mukaillen. _____	39
Taulukko 6. EU:n asettamia tavoitteita kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamiseksi. _____	46
Taulukko 7. Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden arviointi kansainvälisellä tasolla. _____	59
Taulukko 8. Suomessa asetetut tavoitteet liikenteen päästöjen vähentämiseksi ja sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamiseksi. _____	61
Taulukko 9. Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelu Suomessa. _____	86
Taulukko 10. Sähköautojen mahdollisuuksien ikkunan avoimuuteen vaikuttavia tekijöitä kansainvälisellä tasolla ja Suomessa. _____	88

1. Johdanto

1.1. Sähköauto on polttomoottoriautoa vanhempi keksintö

Autoilun historia käynnistyi 1800 -luvun alkupuolella höyrykone- ja sähkömoottorive-
toisesti. Alkuvaiheessa vähiten autoilijoita kiinnostaneet polttomoottoriautot (Schot,
Hoogma & Elzen, 1994) tulivat houkuttaviksi, kun öljyteollisuuden päätuotteen eli kero-
siinin valmistuksen hukkamateriaalille keksittiin kehittää vesistöihin laskemisen sijaan
hyödyllisempi käyttötarkoitus jalostamalla se edulliseksi bensiiniksi. Nouseva autoteolli-
suus sai siten uuden voimanlähteen ja vahvan kumppanin nousevasta öljyteollisuudesta.
(Orsato & Wells, 2007). Polttomoottorit syrjäyttivät höyryllä ja sähköllä toimivat kilpaili-
jansa noin sadaksi vuodeksi lähes kokonaan.

Polttomoottoreiden ylivaltaa liikenteessä on alettu kuitenkin kyseenalaistaa poliittisesti
(Cowan & Hultén, 1996). Fossiilisten polttoaineiden käyttöä halutaan rajoittaa esimer-
kiksi öljyriippuvuuden ja niistä aiheutuvien kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. Ilmas-
tonmuutoksen hillitsemiseksi on poliittisten päätösten avulla pyritty alentamaan liiken-
teen päästöjä esimerkiksi asettamalla valmistettaville autoille päästörajoja sekä verotuk-
sen keinoin. Yhä tiukempia päästörajoja on tavoiteltu autoteollisuuden ekosysteemissä
esimerkiksi polttomoottoritekniikkaa kehittämällä sekä lisäämällä polttoaineisiin bio-
pohjaisia ainesosia kuten etanolia. (Penna & Geels, 2015a).

Tiukentuvien päästötavoitteiden saavuttaminen on autoteollisuudelle yhä vaikeampaa ja
kalliimpaa, jolloin on turvauduttu jopa epärehellisiin keinoihin. Syksyllä 2015 paljastui,
että maailman suurin autonvalmistaja, Volkswagen-konserni, on manipuloinut diesel- ja
bensiinikäyttöisten autojen päästömittauksia tarkoitushakuisesti useiden automerkkien
osalta (Visnic, 2015; Telegraph, 2015). Volkswagen oli kuitenkin vain jäävuoren huippu.
Siitä alkoi dominoefekti valmistajien tunnustuksista tai kiinni jäämisestä polttomoottori-
autojen päästömittausten manipuloinnissa. Miljoonia eri mantereilla valmistettuja polt-
tomoottoriautoja on näin myyty todellisia alemmilla kulutus- ja päästötiedoilla (Volkswa-
genin, Audin, Skodan ja Porchen lisäksi esimerkiksi Ford, korealaiset Hyundai ja Kia, ja-
panilainen Mitsubishi ja Nissan (Farrell, 2016)).

Saavuttaakseen valmistajakohtaiset päästöraajat tai muut poliittisten tahojen asettamat
vaatimukset on perinteistenkin autonvalmistajien ollut pakko ryhtyä valmistamaan myös
nollapäästöisiä sähköautoja kompensoidakseen polttomoottoriautojen päästöjä. Tosin
yritykset ovat samalla saattaneet toimia sähköautojen yleistymistä vastaan, esimerkiksi
General Motorsin, Fordin ja Chryslerin toiminta Kalifornian ZEV-mandaattia kohtaan
1990-luvulla (Schot, Hoogma & Elzen, 1994; Penna & Geels, 2015a) tai Fiatin toimitusjoh-
tajan julkinen toive, että kukaan ei ostaisi heidän sähköautoaan sen valmistamisesta koi-
tuvien tappioiden vuoksi (Beech, 2014)).

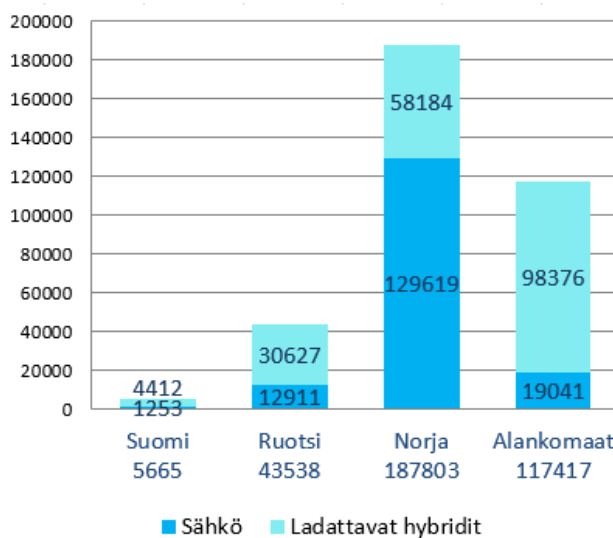
Sähkökäyttöisiä autoja on siis ollut olemassa jo yli puolitoista vuosisataa. Miksi sähkö-
auto aikoinaan hävisi kilpailussa polttomoottoriautoille ja katosi maanteiltä lähes koko-
naan, johtuneeko osin samasta syystä, miksi sen on ollut niin vaikea vallata uudelleen mark-

kinaosuuksia. Sähköiseen liikenteeseen siirtyminen ei tarkoita vain tiettyjen teknologisten ratkaisuiden eli polttomoottoriautojen korvaamista sähköisillä. Kyseessä on moniulotteinen kokonaisuus, jossa vaikuttavat monenlaiset intressit ja useiden asioiden pitää niin sanotusti loksahda kohdilleen. Sähköistä liikennettä käsittelevässä kirjallisuudessa mainitaan usein esimerkiksi muna-kana-ilmiö (van Bree, Verbong & Kramer, 2010, jolla tarkoitetaan sähköautojen yleistymisen ja latausinfrastruktuurin rakentamisen välistä riippuvuutta toisistaan ja haluttomuutta edetä, ennen kuin toinen on riittävän kehittynyt. Pelkästään sähköautojen ja niiden edellyttämän infrastruktuurin yleistyminen edellyttää useiden eri toimijatahojen osallistumista eri puolilla yhteiskuntaa, muutoksia vallitseviin toimintamalleihin sekä myös autoilijoiden tottumusten ja käyttäytymisen muutosta (Elzen ja muut, 2004; Marletto, 2014; Geels, 2012; Penna & Geels).

Pelkän tuotteeseen liittyvän teknologiamuutoksen sijasta onkin perusteltua tarkastella sähköistä liikennettä laajempänä sosioteknisenä siirtymänä. Luvussa kaksi tarkastellaan tarkemmin sosioteknistä muutosta, erityisesti Geelsin monitasoperspektiiviä, ja miten sitä voidaan hyödyntää sähköisen liikenteen haasteiden ja mahdollisuuksien ymmärtämisessä.

1.2. Suomi sähköisen liikenteen kehityksena

Sähköautot ovat alkaneet yleistyä merkittäväksi liikkumisen välineeksi eri maissa. Suomi on kuitenkin jäänyt tästä kehityksestä jälkeen. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín (2017) mukaan lokakuun lopussa 2017 Suomessa oli sähköautoja tai ladattavia hybridi-autoja 5665 kappaletta. Samaan aikaan niitä oli esimerkiksi Ruotsissa lähes kymmenkertaisesti, Alankomaissa yli satatuhatta ja Norjassa syyskuun 2017 lukema oli lähes kaksisataatuhatta (kuva 1). Syy lukumäärän vähäisyyteen ei näin ollen ole vain pohjoisessa ilmanalassa, joka talvisin heikentää sähköauton toimintasädetä, vaan esimerkiksi maiden asettamissa tavoitteissa sekä tavoissa tukea ja kannustaa sähköiseen liikenteeseen siirtymistä.



Kuvio 1. Sähkö- ja ladattavien hybridi-autojen lukumäärä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Alankomaissa lokakuussa 2017. (Lähteet: Trafi, RVO, Elbilsstatistic.se, Norsk elbilforening).

Ajoneuvokannan uusiutuminen sähkö- ja hybridautoilla vähentäisi merkittävästi liikenteestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja lisäisi liikenteen energiatehokkuutta. Sen vuoksi esimerkiksi useissa Euroopan maissa ja myös Yhdysvalloissa sekä Kiinassa tuetaan sähköajoneuvojen hankintaa kuluttajille taloudellisin ja/tai käyttöön liittyvin kannustimin. Suomessa tällaisia sähköauton hankintaan kohdistettuja kannustimia ei kuluttajille ole ollut käytössä.

Autovero ottaa huomioon autojen aiheuttamat päästöt siten, että vähäpäästöisemmillä autoilla on pienempi veroprosentti. Toisaalta autovero määräytyy auton arvonlisäverollisen hankintahinnan mukaan, mikä sähköautoilla on polttomoottoriautoja korkeampi. Sähköautoilta peritään myös käyttövoimaveroa. Nämä osaltaan vaikuttavat sähköauton hankinnan ja omistamisen kustannuksiin, minkä vuoksi elinkaarikustannukset ovat Suomessa vielä huomattavan kalliita kuluttajille, kuten tutkimukseen sisältyvissä tarkasteluissa tulee ilmi.

Sähkö- ja hybridaajoneuvojen yleistyminen on kuitenkin edellytys sille, että Suomessa voisi kehittyä sähköiseen liikenteeseen liittyviä uusia palveluita, kannattava latausinfrastruktuuri ja että Suomi voisi olla yrityksille kiinnostava sähköiseen liikenteeseen liittyvien innovaatioiden ”kehityslaboratorio”. Ajoneuvoteollisuuden liittyvä murros voisi olla mahdollisuus monille suomalaisille yrityksille tuottaa innovatiivisia tuotteita ja palveluita kansainvälisille markkinoille esimerkiksi komponenttitoimittajana tai palveluiden ja osaamisen tarjoajana esimerkiksi älykkäiden sähköverkkojen hyödyntämisessä.

Diplomityövaiheen innoittajana toimi aiempi työskentely Teknologiateollisuus ry:ssä, jossa tuotettiin tausta-aineistoa sähköisestä liikenteestä Teknologiateollisuuden ja päättöksentekijöiden käyttöön niin sanotuksi vaikuttamismateriaaliksi. Tavoitteena tuolloin oli luoda yleisnäkemys, tilannekuva, mitä Suomessa ja osin kansainvälisesti tapahtuu sähköisen liikenteen ympärillä ja mitä kansallisen tason hyötyjä ja vaikutuksia sähköiseen liikenteeseen siirtymisestä voisi olla. Esimerkiksi Suomessa on hyvin kehittynyt sähköverkko verrattuna moniin muihin maihin. Suomi voisi toimia edelläkävijänä älykkäiden sähköverkkojen ja sähköautojen luoman sähköön varastointikapasiteetin hyödyntämisessä, jos autot lähtisivät yleistymään Norjan mallin mukaisesti. Tässä vaiheessa selvitettävänä kysymyksenä oli: *Mikä on sähköisen liikenteen tilanne ja mitä vaikutuksia ja mahdollisuuksia sähköisellä liikenteellä voi olla Suomessa?* Ensimmäisen tiedonkeruvaiheen ohessa tulevaa diplomityötä silmällä pitäen pohdinnan kohteeksi nousi: *Miten Geelsin sosioteknisen mallin tasot tulevat ilmi ja miten niitä voidaan hyödyntää sähköisen liikenteen tarkastelussa?*

1.3. Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Diplomityön tavoitteena on luoda ajankohtainen ja osin myös tulevaisuuteen suuntautunut näkymä sähköiseen liikenteeseen ja sen mahdollisuuteen murtaa vallitseva polttomootoritekniikkaan perustuva nykytilanne sekä sähköisen liikenteen tilanteesta Suomessa. Koska kyseessä ei ole pelkästään tuotteen korvautuminen toisella, tehdään ilmiön ymmärtämiseksi ensimmäiseksi katsaus sosiotekniseen muutokseen liittyvään kirjallisuuteen sekä erityisesti monitasoperspektiiviin (MLP). Teoriakatsauksen tarkoituksena on paitsi hahmottaa sosioteknisten muutosten moniulotteisuutta, niin myös löytää käsitteitä, malleja ja viitekehyksiä, joiden avulla pystytään luomaan työkaluja tutkimuksen empiiristä osiota ja siihen liittyvää kvalitatiivista analyysiä varten. Tällä pyritään varmistamaan se, että sähköisen liikenteen muutoksen mahdollisuudesta saadaan riittävän moniulotteinen, mutta samalla jäsennelty näkemys.

Kirjallisuuskatsauksen yhteydessä on tavoitteena selvittää, miten sosiotekniseen muutokseen liittyviä näkemyksiä ja monitasoperspektiiviä voidaan hyödyntää sähköisen liikenteen tarkastelussa. Kirjallisuustarkastelun kannalta oleellisia kysymyksiä ovat esimerkiksi, *mitä sosioteknisiä ulottuvuuksia henkilöliikenteeseen liittyy (sosiotekninen kokoonpano), mitä mahdollisuuksien ikkuna tarkoittaa ja mitä ikkunan avoimuus edellyttää sekä miten moniulotteinen sosiotekninen muutos ylipäättään voi tapahtua.*

Varsinaisina tutkimuskysymyksinä työssä selvitetään seuraavia kysymyksiä:

- K1. Onko mahdollisuuksien ikkuna avautunut sähköiselle liikenteelle ja miksi?*
- K2. Onko mahdollisuuksien ikkuna sähköiselle liikenteelle avoinna Suomessa?*
- K3. Millainen voisi olla sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa?*

Ensimmäisen ”*Onko mahdollisuuksien ikkuna avautunut sähköiselle liikenteelle ja miksi?*” -kysymyksen tavoitteena on tarkastella kansainvälisesti, *mitkä asiat edistävät ja vastustavat mahdollisuuksien ikkunan avautumista sähköiselle liikenteelle. Millaisia muutospaineita nichestä kohdistuu nykyiseen autoteollisuuden regiimiin, pyritään selvittämään ”haastaja”-näkökulman avulla, jossa tärkein tarkastelun kohde on sähköautoja valmistava Tesla. Teslan tarkastelun avulla on tavoitteena luoda vaihtoehtoinen näkemys siitä, miten liikenteen sähköistyminen voi muuttaa henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa tarkastelemalla, miten Tesla on sitä pyrkinyt muuttamaan. Yhtenä taustakysymyksenä pyritään tässä yhteydessä pohtimaan, onko jotakin oleellista muutosta tapahtunut viimeisten vuosien aikana, minkä vuoksi muutos sähköiseen liikenteeseen olisi mahdollisempi nyt kuin aiemmin.*

Toinen tutkimuskysymys siirtää tarkastelun näkökulman Suomeen. Jälleen kiinnostuksen kohteena on, *mitkä asiat edistävät ja vastustavat ikkunan avautumista Suomessa. Tätä selvitetään esimerkiksi tarkastelemalla, tukevatko poliittisesti asetetut tavoitteet ja keinot*

sähköistä liikennettä Suomessa, onko positiivinen odotus uutta teknologiaa kohtaan nähtävissä suomalaisessa lehdistössä sähköautoihin liittyen ja onko kuluttajilla todellinen (järkevä) mahdollisuus valita sähköauto elinkaarikustannusten kannalta? Yhtenä taustakysymyksenä pyritään pohtimaan, mitä hyötyä sähköisen liikenteen ikkunan avautumisesta voisi olla Suomelle ja miten ikkuna voitaisiin avata.

Kolmannen tutkimuskysymyksen tavoitteena on luoda näkymä siihen, *millainen voisi olla sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa*. Tarkoituksena on käyttää apuna aiempien kysymysten selvittämisen yhteydessä tehtyjä havaintoja ja löydettyjä heikkoja signaaleja sekä hahmotella niiden avulla näkymä siihen, miten sähköisen liikenteen sosiotekninen kokoonpano voisi Suomessa rakentua.

Tarkemmin kysymysten tarkastelutapoja ja menetelmiä sekä tiedon lähteitä käsitellään kirjallisuuskatsauksen jälkeen luvussa kolme.

1.4. Diplomityön rakenne

Diplomityön aluksi luodaan katsaus sosiotekniseen muutostutkimukseen ja erityisesti monitasoperspektiiviin (multi-level perspective, jatkossa myös MLP) liittyvään kirjallisuuteen. Monitasoperspektiivin valinta tutkimuksen teoreettiseksi viitekehykseksi arvioidaan heti aluksi tarkemmin toistamalla (Marcardin ja muiden, 2012) tekemä selvitys sosioteknisen muutoksiin liittyvään neljään päätutkimushaaraan. Tämän jälkeen tutustutaan tärkeimpiin käsitteisiin, kuten mahdollisuuksien ikkunaan (window of opportunity) ja muutokseen liittyvään dynamiikkaan.

Luvussa kolme esitellään tarkemmin teoriakatsauksen ja tutkimuksen tavoitteiden pohjalta luotu pelkistetty viitekehys, joka samalla toimii eräänlaisena tutkimuksen etene- mistä kuvaavana prosessikuvana. Luvussa esitellään myös tarkastelu-ikkuna, jonka avulla lopulta tullaan muodostamaan johtopäätöksiä vastauksiksi ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen. Tarkasteluikkunan avulla on johdettu yksityiskohtaisempia näkymiä kiinnostuksen kohteena oleviin aiheisiin ja niihin liittyviin tiedon tarpeisiin, hankintaan ja menetelmiin. Tietojen käsittelyn periaatteista ja esivalmisteluista niihin liittyen kerrotaan myös. Luvun lopuksi määritellään vielä joitakin käytännöstä tulevia termejä ja mitä niillä tutkimuksen yhteydessä tarkoitetaan.

Sähköisen liikenteen kansainvälinen tarkastelu luvussa neljä alkaa katsauksella platform-teoriaan. Sitä hyödynnetään tarkasteltaessa, miten Tesla pyrkii haastamaan perinteisen autoteollisuuden. Näin pääasiassa kansainvälisten lehtiartikkelien avulla tehdystä analyysistä saadaan jäsennellympi. Luvussa tarkastellaan myös paineita, joita toimintaympäristön ja ympäristöjärjestöjen taholta niihin kohdistuu. Toimintaympäristön muutosta ilmentävät EU tason tulkinnot niistä, eli minkälaisiksi tavoitteiksi ja keinoiksi ne ovat muotoutuneet. Jonkin verran tarkastellaan myös yksittäisten maiden toimenpiteitä, joilla voi olla vaikutusta sähköautojen yleistymiseen. Sähköautomarkkinan kansainvälisen tarkastelun jälkeen pohditaan jo vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

Viidennessä luvussa näkökulma siirtyy Suomeen, kansallisen tason tarkasteluun. Kansallisen tason tarkastelussa keskitytään erityisesti käytettyjen keinojen arviointiin sähköautojen kannalta. Se tapahtuu käyttämällä hyväksi laskelmia autoiluun, erityisesti auton ostoon ja omistamiseen liittyvään verotukseen liittyen. Toisesta näkökulmasta asiaa tarkastellaan myös, eli käyttäjälle koituvien omistamisen kustannusten laskelmina. Lopuksi tarkastellaan vielä sanomalehtien avulla sähköistä liikennettä ennen kuin pohditaan vastausta toiseen tutkimuskysymykseen.

Luvussa kuusi tehdään vielä johtopäätöksiä yhdistämällä kansainvälisen ja kansallisen tason tuloksia sekä luomalla kuva mahdolliseen sähköisen liikenteen sosiotekniseen kokoonpanoon liittyen Suomessa. Näin vastataan samalla kolmanteen tutkimuskysymykseen. Sen jälkeen arvioidaan tutkimuksessa apuna käytettyjä teoriasta johdettuja pelkistettyä viitekehystä, tarkasteluikkunan ja sähköisen liikenteen sosioteknisen kokoonpanokuvan käytettävyyttä tutkimuksen apuvälineinä. Lopuksi arvioidaan tutkimus muuten.

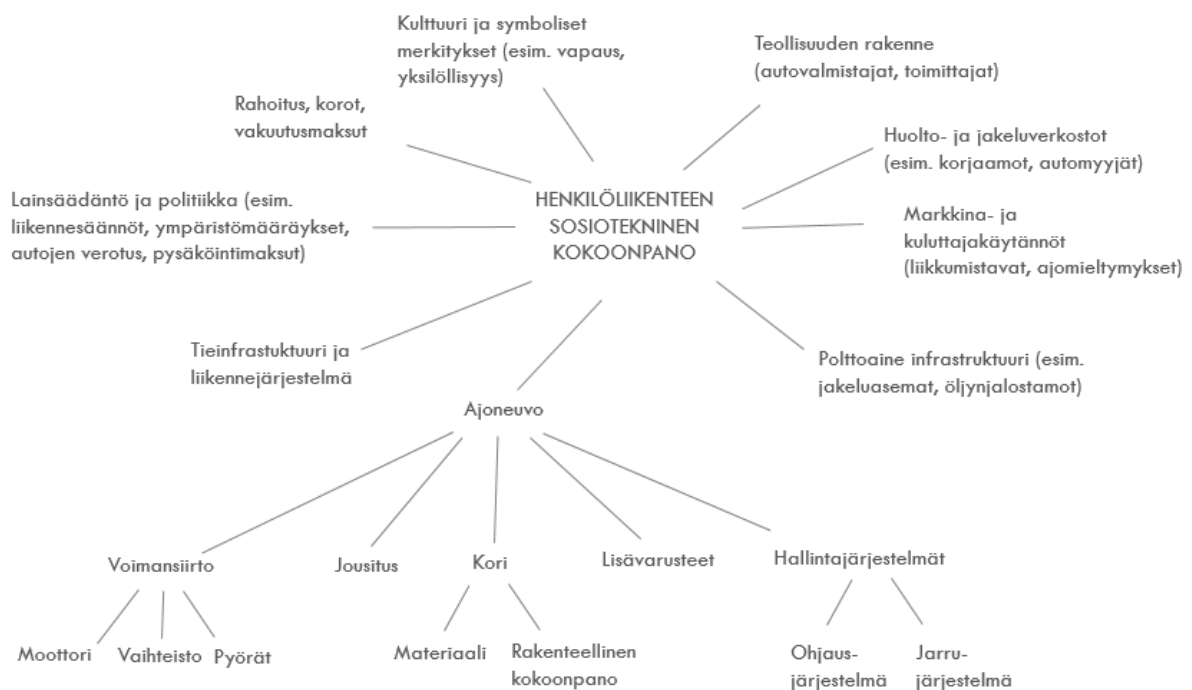
2. Sosioteknisen muutoksen malli

Tässä luvussa perehdytään sosiotekniseen muutokseen liittyvään kirjallisuuteen, erityisesti monitasoperspektiiviin (multi-level perspective, jatkossa myös MLP). Monitasoperspektiivin relevanttiutta arvioidaan toistamalla (Markardin ja muiden, 2012) tekemä tarkastelu sosioteknisen muutoksen päätutkimushaaroista. Luvussa tutustutaan tärkeimpiin käsitteisiin, kuten mahdollisuuksien ikkunaan (window of opportunity), monitasoperspektiivin ulottuvuuksiin sekä niiden välillä tapahtuvaan muutokseen liittyvään dynamiikkaan.

2.1. Sosiotekninen kokoonpano ja sosiotekninen siirtymä

Sosiotekninen kokoonpano tarkoittaa yhteiskunnallisista ja teknologisista ulottuvuuksista muodostuvaa systeemiä, jonka avulla jokin tarve yhteiskunnassa on ratkaistu toteuttavaksi, esimerkiksi henkilöliikenne (kuvio Kuvio 2) (Geels, 2002), energian tai veden jakelu (Markard ja muut, 2012). Systeemi koostuu materiaalisten osien lisäksi tiedosta, pääomista ja kulttuurisista merkityksistä (Geels, 2002) eri toimijoita sisältävästä verkostosta, instituutioista, kuten teknisistä ja yhteisöllisistä normeista ja säätelystä (Geels, 2004).

Sosioteknisen systeemin elementit ovat laajalti toisistaan riippuvaisia ja sidoksissa keskenään (Markard ja muut, 2012), joten kun kokoonpanon yhtä osaa halutaan muuttaa, laukaisee se usein tarpeen muuttaa myös muita elementtejä (Geels, 2002).



Kuvio 2. Henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanon elementit Geelsin (2002, s.1258) mukaan (suomennos Kaasalainen).

Kokoonpanoon liittyvien tekijöiden muodostamaan toimintamalliin kohdistuu paineita niin toimintaympäristöstä, uusista innovaatioista kuin kokoonpanon sisäpuolellakin tapahtuvista muutoksista, kuten kulutustottumusten muutoksesta.

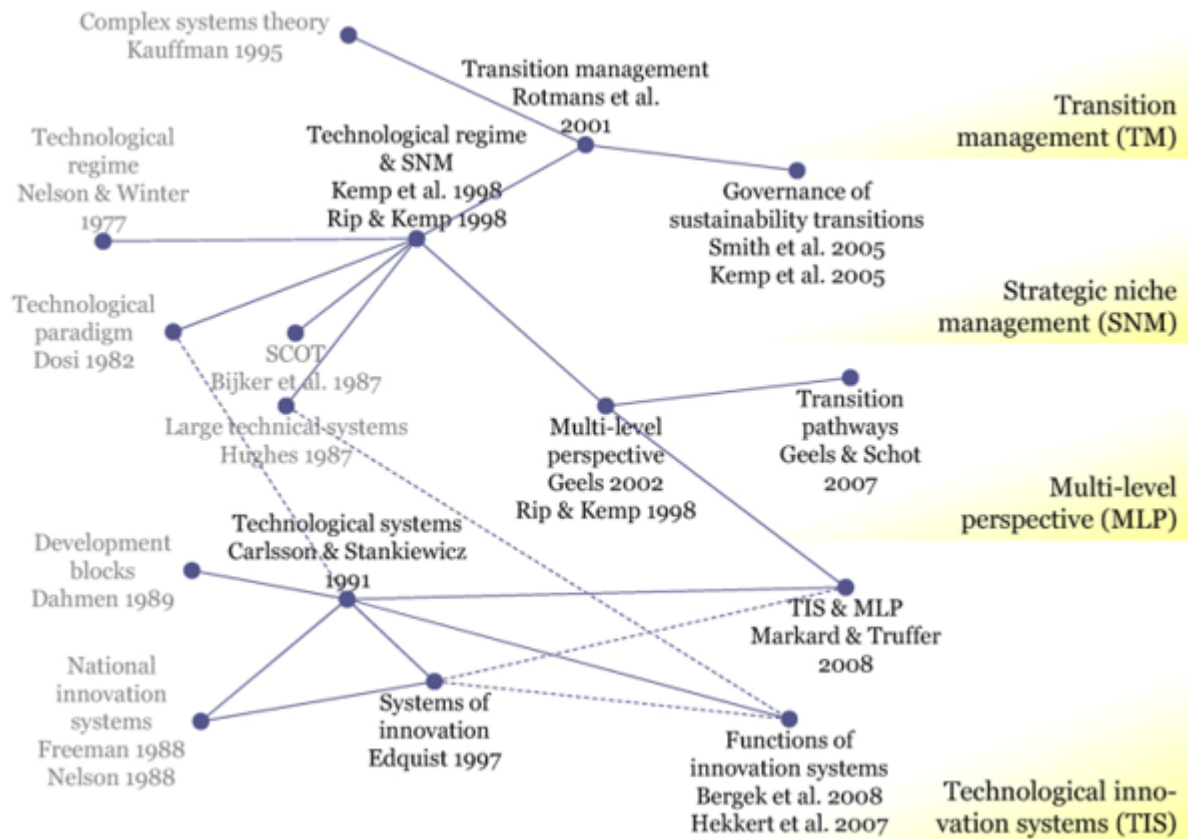
Teknologisilla siirtymillä (technological transitions) tarkoitetaan merkittäviä, pitkän aikavälin muutoksia teknologiassa, jonka avulla yhteiskunnallisia toimintoja toteutetaan (Geels, 2002). Usein siirtymillä tavoitellaan samalla kestävämmän kehityksen toimintamalleja (sustainability transitions), jolloin ohjauksella ja poliittisilla toimijoilla on merkittävä rooli (Markard ja muut, 2012).

Teknologiset siirtymät ja erityisesti siirtymät kohti kestävämmän kehityksen toimintamalleja edellyttävät usein paitsi teknologista kehitystä myös muutoksia käyttäjien toimintatavoissa, uutta lainsäädäntöä, toimialaverkostojen kehittymistä, uusia rakenteellisia ratkaisuja (infrastruktuuria) ja kulttuurillisten merkitysten kehittymistä (Geels, 2002). Markardin ja muiden (2012) mukaan tällöin onkin perusteltua puhua sosioteknisistä siirtymistä, sillä muutoksen kohteena on paljon muitakin tekijöitä, kuin vain teknologiaan liittyvät ratkaisut. Sosiotekninen siirtymä voi käytännössä kestää vuosikymmeniä ja edellyttää lukuisia täydentäviä tai korvaavia innovaatioita tuotteisiin, palveluihin, liiketoimintamalleihin ja tapaan toimia:

The emergence of a transportation system with the automobile technology at its core, for example, required a complementary development of road infrastructure, fuel supply systems, traffic rules, services (e.g., maintenance, insurance), user practices, etc. In fact, socio-technical transitions do not just change the very structures of existing systems, such as transportation, but they also affect related societal domains, such as living, housing and working, production and trade, and planning and policymaking. (Markard, ja muut, 2012, s.956).

2.2. Arviointia sosioteknisen siirtymän tarkastelunäkökulman valinnasta

Markard ja muut (2012) ovat käyneet lävitse 540 kestäviin sosioteknisiin muutoksiin liittyvää tieteellistä artikkelia, joita on julkaistu 60 -100 kappaleen vuosivauhtia. Vuoden 2012 jälkeen lukumäärät ovat vielä kasvaneet 119-132 artikkeliin vuodessa (Scopus, 2016). Artikkeleissa ilmitulleiden useiden tutkimussuuntien joukosta he löysivät neljä päähaaraa (Markard ja muut, 2012), joiden he havaitsivat olleen keskeisiä siirtymien teoreettisen tarkastelun viitekehyksiä: Strateginen nichemanageeraus (Strategic niche management, SNM), monitasoperspektiivi (multi-level perspective, MLP), siirtymämanageeraus (transition management, TM) ja teknologinen innovaatiosysteemi (technological innovation system, TIS). (Markard ja muut, 2012).



Kuvio 3. Kestäviin siirtymiin liittyvien keskeisten tutkimussuuntien kartta Markardin ja muiden (2012, s. 957) mukaan.

Tässä tutkimuksessa toistettiin Markardin ja muiden (2012) tekemä kestävään sosiotekniseen muutokseen liittyvien eniten viitattujen artikkeleiden haku, kuten se oli artikkelissa selostettu tehdyn. Haku tehtiin Scopus-viitetietokantaan Markardin ja muiden (2012) mainitsemilla hakutermeillä lähes täsmälleen neljä vuotta (14.2.2012 ja 10.2.2016) heidän suorittaman hakuajankohdan jälkeen. Saadusta listauksesta poistettiin selkeästi aihepiiriin kuulumattomat artikkelit. Markardin ja muiden (2012) käsintekemiä kolmen artikkelin lisäystä listaukseen sitä vastoin ei tehty, koska kuten he itsekin toisaalla artikkelissaan totesivat, myös muita tärkeitä kontribuutioita tutkimuksen kehitykseen jäi listalta pois, kuten kirjoja tai kirjojen kappaleita (mm. Hoogma ja muut, 2002; Rip & Kemp, 1998; Voß ja muut, 2006). Liitteen 1 kooste on näin ollen Scopus-haun perusteella saatu lista tutkimussuuntauksen eniten viitatuista tieteellisistä, vertaisarvioituista artikkeleista helmikuussa 2016. Listalla on käytännössä 21 artikkelia, koska listan viimeisellä sijalla oli kaksi artikkelia, joihin oli viitattu yhtä monta kertaa.

Liitteessä 1 olevassa taulukossa on merkittynä artikkeleiden sijoitus myös vuonna 2012 sekä tutkimuksen päähaara, johon se otsikon tai tiivistelmien mukaan liittyy. Näin saadaan mielenkiintoista tietoa siitä, mitkä sosiotekniseen muutokseen liittyvät tutkimuksen päähaarat ovat voimistuneet viimeisen neljän vuoden aikana.

Listalla sijoituksiaan parantaneita tai listalle nousseita artikkeleita on 13 kappaletta, joista seitsemässä on käsitelty monitasoperspektiiviä. Yksi MLP-artikkeli oli lisäksi säilyttänyt vanhan sijoituksensa listalla. Kaikilla muilla päähaaroilla on sekä listalla nousseita,

että listalla laskeneita artikkeleita. Lukumääräisesti siirtymämanageeraukseen liittyy yhtä paljon artikkeleita kuin monitasoperspektiiviinkin. (Liite 1).

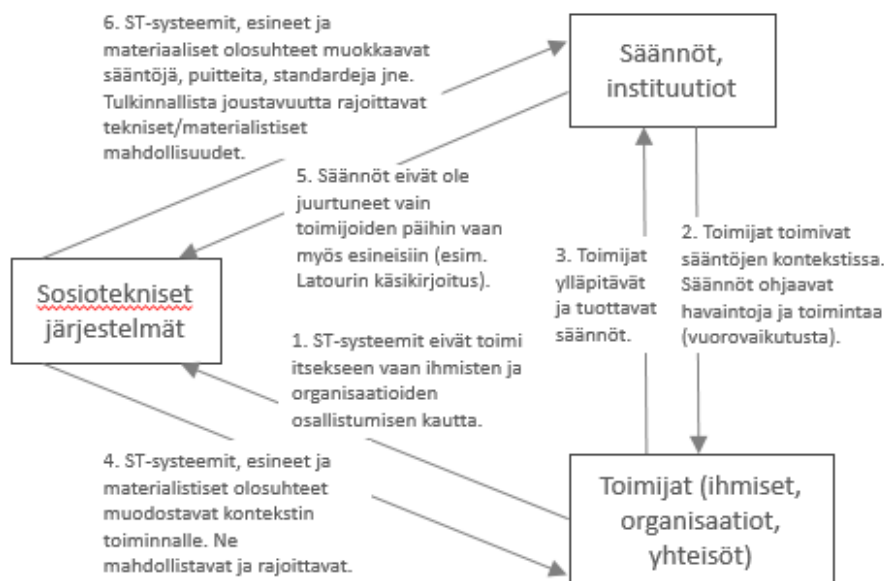
Ylivoimaisesti eniten viittauksia saanut kirjoittaja on Frank Geels, joka on kirjoittajana mukana seitsemässä listan 21 artikkelista ja vastaa myös listan kärkisijalle sijoittuneesta monitasoperspektiiviä esittelevästä artikkelista.

Edellä luodun katsauksen mukaan on perusteltua, että myös tässä työssä päähuomio kohdistuu erityisesti Geelsin useiden eri tutkimusten yhteydessä esille nostamaan monitasoperspektiiviin, kun halutaan ymmärtää sähköiseen liikenteeseen liittyvää sosioteknistä muutosta. Toki myös muita päätutkimushaaroja käsitellään lyhyesti.

Markardin ja muiden (2012) mukaan keskeisiä konsepteja siirtymätutkimuksissa ovat sosiotekninen regiimi ja niche. Näitä tarkastellaan seuraavissa alaluvuissa tarkemmin, kuten myös monitasoperspektiivin kolmatta ulottuvuutta toimintaympäristöä (landscape). Sen jälkeen käsitellään tarkemmin monitasoperspektiiviä sekä erilaisia polkuja muutokseen.

2.3. Sosiotekninen toimintamalli (regiimi) on dynaamisesti stabiili

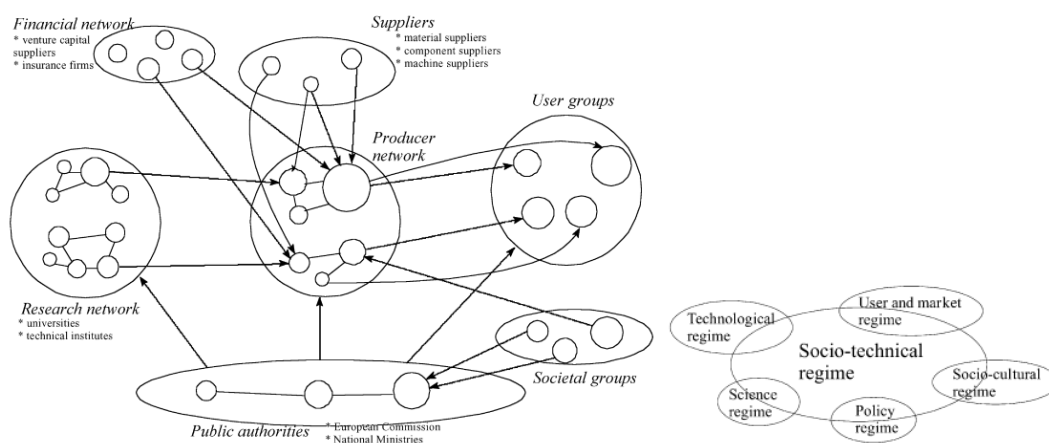
Sosiotekninen regiimi tarkoittaa vallassa olevaa toimintamallia, miten jokin asia käyttäjien tarpeiden tyydyttämiseksi on tällä hetkellä järjestetty. Regiimi sisältää (kuvio 4) paitsi teknologisen järjestelmän (ST-systeemi), niin myös sen tuottamiseen, ohjaamiseen tai käyttämiseen liittyvät toimijat sekä näiden osatekijöiden toimintaa ohjaavat säännöt ja käytännöt. (Geels, 2012)



Kuvio 4. Kolme toisiinsa liittyvää analyttistä ulottuvuutta Geelsin (2004, s.903) mukaan (suomennos Kaasalainen).

Sosiotekninen regiimi koostuu kolmesta toisiinsa linkittyneestä ulottuvuudesta (kuvio 4), jotka Geelsin (2004) mukaan ovat samalla toimintamallin pääanalyysikohteita:

- toimijoiden ja yhteisöllisten ryhmien verkostosta (insinöörit, yritykset, toimittajat, käyttäjät, poliitikot, tutkijat, intressiryhmät),
- muodollisista (lait, säädökset, standardit), normatiivisista (roolit ja normit verkostoissa) ja kognitiivisista säännöistä (ohjaavat periaatteet, ongelmien havaitseminen, merkitykset) (liite 2) sekä
- materiaalisista ja teknisistä elementeistä (laitteet, koneet, tuotteet, materiaalit, infrastruktuuri), jotka muodostavat sosioteknisen systeemin. (Verbong & Geels, 2007; Geels, 2004).



Kuvio 5. Sosioteknisen regiimin monitoimijaverkosto (Geels, 2002, s.1260) ja sosioteknisen regiimin muodostuminen (Geels, 2004, s.905).

Sosioteknisen regiimin toimijat linkittyvät toisiinsa verkostomaisesti (kuvio 5). Eri toimijaverkostojen sisäiseen ja keskinäiseen vuorovaikutukseen vaikuttavat regiimiin liittyvät säännöt (liite 2). Käytännössä sosiotekniset regiimit muodostuvat useista niin sanotuista alaregiimeistä, kuten tieteen, teknologian, toimialan, kulttuurin, politiikan sekä markkinoiden ja käyttäjien regiimeistä, joilla voi olla omat sääntönsä ja tapansa toimia tai tulkita asioita.

Näillä ulottuvuuksilla on usein pyrkimys säilyttää olemassa oleva tasapaino ja vastustaa laajoja muutoksia, vaikka inkrementaalista kehitystä tapahtuisikin. Pelkästään olemassa olevaan järjestelmään, sen tarvitsemaan infrastruktuuriin ja tuotantoprosessien ja osaamisen kehittämiseen uponneet kustannukset ja ylipäättään muut sidotut investoinnit ja pääomat vaikuttavat toimijoihin useimmiten siten, että ne haluavat pitäytyä olemassa olevissa ratkaisuissa mahdollisimman pitkään. Tämä esimerkiksi sen vuoksi, että oppimiskäyrä kasvaa systeemiä tehtäessä ja käytettäessä, jolloin tuotantokustannukset alenevat "economies of scale"- ilmiön ansiosta. (Geels, 2004).

Esimerkiksi edellä mainitut asiat vaikuttavat siihen, että regiimiä usein leimaavat tiettyyn teknologiaan tai toimintamalliin tarrautuneet lukkiutumamekanismit (lock-ins) ja aiemmin tehtyihin valintoihin perustuva polkuriippuvuus (path dependency). Ne eivät välttämättä kohdistu vain systeemin materiaaliseen toteutukseen ja sen tuottajiin vaan

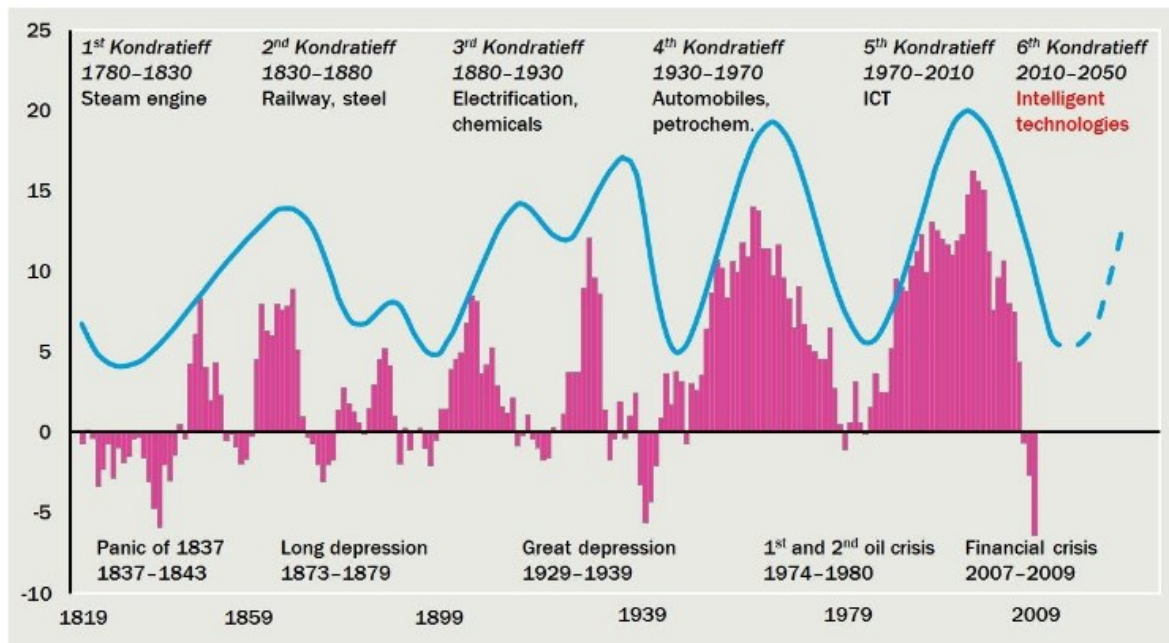
myös esimerkiksi käyttäjien tottumuksiin ja sosiotekniseen toimintamalliin mukautettuun elämäntapaan. Toisaalta regiimin niin sanottu stabiilius voi olla hyvinkin dynaamista esimerkiksi tavoiteltaessa kilpailuetua yritysten keskinäisten strategisten pelien ja inkrementaalisen kehityksen avulla. (Geels, 2012). Tosin teknologisen siirtymän tapahtuessa aiemmin hankittu kilpailuetu voi jossakin tilanteessa osoittautua suurimmaksi esteeksi yrityksen mukautumiselle käynnissä olevaan muutokseen, jolloin yritys voi romahtaa ja hävitä markkinoilta kokonaan (lähde).

Hyvä esimerkki regiimin sitoutumisesta tehtyihin ratkaisuihin löytyy autoteollisuudesta. Esimerkiksi auton dominoiva malli on pysynyt perusteiltaan samanlaisena noin sata vuotta, vaikka kehitystä ja uusia malleja tuodaan markkinoille kaiken aikaa. Toisaalta esimerkiksi 90-luvulla julkistettiin useita sähköautoja konseptiautojen tai prototyyppien tasolla, mutta ne eivät koskaan päätyneet tuotantoon asti. (Kemp, Schot & Hoogma, 1998). Oltran ja St. Jeanin (2009) mukaan autoteollisuuden päästrategiana on edelleen ollut panna mielummin polttomoottorikehitykseen kuin sähkö- tai hybridautojen kehitykseen. Keskimäärin 80 % toimialaan liittyvistä patenteista myönnettiin polttomottoreihin liittyviin innovaatioihin ja vain 20 % liittyen akkusähköautoihin tai hybridautoihin (Oltra and St. Jean, 2009).

2.4. Sosiotekninen toimintaympäristö (landscape) luo painetta muutokselle

Sosiotekninen toimintaympäristö (landscape) luo puitteet toiminnalle ja tekee joistakin asioista helpompia toteuttaa kuin niiden vaihtoehtoista (Geels & Schot, 2007). Se on laajempi makrotason konteksti, joka vaikuttaa regiimiin ja nicheen (Geels, 2012). Sitä vastoin toimintaympäristöön on hankalampi yksittäisen toimijan vaikuttaa ainakaan lyhyellä aikajänteellä. Jotkut toimintaympäristön tekijöistä muuttuvat hyvin huomaamattomasti ja hitaasti, toiset saattavat muuttua äkillisesti ja vaikuttaa vahvasti hetken aikaa (spesifinen shokki kuten sota), tuhoava muutos (disruptive change) kehittyy harvoin, asteittain ja vaikuttaa vahvasti yhteen suuntaan, josta ei ole paluuta vanhaan ja ”lumi-vyöry”-muutos (avalanche) tapahtuu myös harvoin, mutta se vaikuttaa vahvasti nopeina yhtäaikaaisina vaihteluina eri suuntiin laajalla alueella aiheuttaen lopulta pysyvän muutoksen ympäristössä. (Geels & Schot, 2007).

Toimintaympäristön ilmentymiä ovat esimerkiksi Öljyn hinta, taloudellinen kasvu, sodat, väestörakenteeseen liittyvät trendit, muuttoliike, pakolaisuus, kulttuuriset ja poliittiset muutokset, ympäristöongelmat (Geels, 2002), tai ympäröiviin rakenteisiin (kuten urbaani rakenne, kaupungistuminen), poliittisiin ideologioihin, yhteiskunnallisiin arvoihin, uskomuksiin ja huoliin liittyvät asiat, mediailmasto sekä laajat taloudelliset trendit (Geels, 2012).



Kuvio 6. Toimintaympäristöä muokkaavat esimerkiksi taloudelliset syklit. Seuraavaa Kondratieffin 40-60 vuotta kestävää sykliä on enteilty älyteknologioiden ja resurssitehokkuuden kaudeksi (Wilenius ja Kurki, 2012, s.9).

Tulevaisuustutkimuksessa ilmitulevat megatrendit, kuten väestön kasvu ja ikääntyminen, ilmastonmuutos, biodiversiteetin suppeneminen, puhtaan veden ja ruuan riittävyys, pakolaisvirtojen kasvu, niukkenevien raaka-aineiden hinnan nousu, jakamistalouden kasvu, robotistuminen, automaation lisääntyminen ja taloudelliset syklit (esim. Kondratieffin aallot) luovat nimenomaan toimintaympäristön tasolta painetta moniin nykyisiin toimintamalleihin (Wilenius & Kurki, 2012). Tutkijoiden näkemyksen mukaan seuraava 40- 60 vuotta kestävä Kondratieffin aalto tulee olemaan resurssitehokkuuden ja älyteknologian (Wilenius & Kurki, 2012) sekä uusiutuvan energian, vihreän nanoteknologian ja vihreän kemian (Gore, 2010; Bradfield-Moody & Nogrady, 2010) aikakausi.

2.5. Radikaalit innovaatiot syntyvät nichessä

Niche on sanana tullut monille tutuksi kauppatieteiden yhteydessä, jossa sillä tarkoitetaan kapea-alaista tai tiettyä kapeaa markkinasektoria hyödyntävää liiketoimintaa. Jotkut yritykset voivat olla hyvinkin pitkään kehittäneet erikoisosaamistaan täyttääkseen tietyn raon markkinoilla. Geelsin (2005) mukaan nichet voivat muodoltaan olla pieniä markkinanichejä, jossa valintakriteerit voivat olla valtavirrasta poikkeavia, teknologianichejä, jossa osa resursseista voi tulla julkisista tuista tai yksityisistä strategisista investoinneista, tai liiketoimintamalliin liittyviä. Tällöin kokeelliset pilottihankkeet oikeiden käyttäjien kanssa voivat muodostaa eräänlaiset esimarkkinat ennen kuin markkinakysyntä on vielä riittävän vahvaa. (Geels, 2005).

Nichet toimivat siis eräänlaisina yrityshautomoina radikaaleille uutuuksille tarjoten suojatun paikan valtavirtamarkkinoilta (Rip & Kemp, 1998) ja resursseja (Geels, 2005). Suojautuminen ei ole itsetarkoitus vaan keino, jonka avulla kestävämpiä systeemejä voidaan kehittää, kun vallitseva toimintamalli ei sitä tee tai pyrkii estämään kilpailevien ratkaisuiden synnyn. Suojaaminen voi tarkoittaa esimerkiksi rahoitusjärjestelmiä (vrt. Tekes-rahoitus Suomessa) tai muita yhteiskunnallisia tukijärjestelmiä kokeiluille, jonka turvin uuden systeemin tarvitsemia verkostoja voidaan rakentaa niin muihin toimijoihin kuin käyttäjiinkin sekä ylipäättään oppia, mitkä ratkaisut voivat toimia ja olla nykyistä toimintamallia kestävämpiä. (Geels & Schot, 2007; Geels, 2012). Geels (2002) kuvaa oppimisprosesseja seuraavasti: *“Learnin by doing, learnig by using and learning by interacting”*.

Nichejen toimintaan liittyy kolme keskeistä prosessia:

- Oppimisprosessit eri tahoilla kuten käyttäjätottumukset, markkinavaatimukset, teknologisten haasteiden ratkaisu, rakenteelliset vaatimukset, politiikan keinot ja symboliset merkitykset
- Odotusten ja visioiden artikulointi (suunta innovaatiotoiminnalle ja rahoittajien houkuttelu)
- Sosiaalisten verkostojen luonti ja uusien toimijoiden houkuttelu laajentamaan niche-innovaatioiden resurssipohjaa (Kemp ja muut, 1998; Hoogma, 2002).

Uutuudet tai haastajat pyrkivät nousemaan nichestä ja tuomaan ratkaisuja toimintamalleissa tai toimintaympäristössä havaittuihin haasteisiin tai ongelmiin (Geels, 2002). Pää tavoitteena niche-innovaatioilla onkin viime kädessä vallitsevan toimintamallin haastaminen, uutuuksien saaminen osaksi regiimiä tai sen korvaaminen. (Geels & Schot, 2007a; Geels, 2012).

Geelsin ja Schotin (2007b) mukaan läpilyöntiin valmiiden niche-innovaatioiden indikaattoreina toimivat oppimisprosessien stabiloituminen hallitsevaksi designiksi, vahvojen toimijoiden liittyminen tukiverkostoon, hinta/suoritusaso –kehityksen paraneminen ja oppimiskäyrän nousu ovat edelleen nähtävissä ja että innovaatiota käyttävien markkinanichejen yhteenlaskettu osuus on vähintään 5 % markkinaosuudesta. Radikaalit innovaatiot voivat lupaavasta alusta huolimatta kuihtua (Geels, 2002).

2.6. Monitasoperspektiivi (multi-level perspective, MLP)

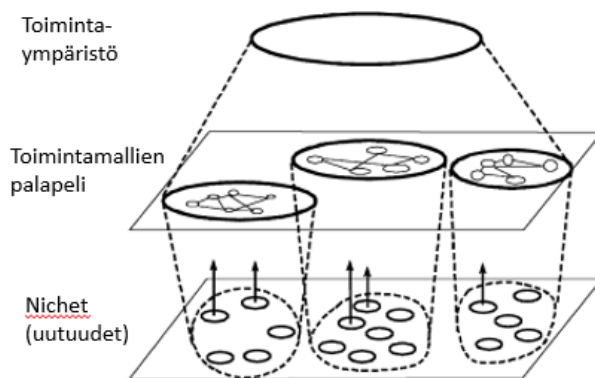
Sosioteknisen muutoksen ymmärtäminen edellyttää Geelsin (2002) mukaan kaikkien edellisissä luvuissa käsiteltyjen kolmen tason huomioimista ja kutsuu sen vuoksi luomaansa viitekehystä ”monitasoperspektiiviksi” (jatkossa myös MLP, multi-level perspective). Geels ja muut (2016) luonnehtivat MLP:ä kvalitatiiviseksi, arvostavaksi viitekehukseksi (appreciative framework), joka yhdistelee ajatuksia evolutionaarisesta taloustieteestä (regiimit, nichet, rutiinit ja kyvykkyydet), innovaatiotosiologiasta (innovaatio sosiaalisesti toteutettuna prosessina) ja neo-institutionaalisesta teoriasta (toimintaa muokkaavat muodolliset, kognitiiviset ja normatiiviset säännöt ja instituutiot). MLP tar-

joaa heuristisen viitekehyksen, jonka avulla voidaan kuvata radikaalien nicheinnovaatioiden kamppailua olemassa olevaa sosioteknistä regiimiä vastaan, jota puolestaan luonnehtivat polkuriippuvuus ja lukkiutumismekanismit. Tätä moniulotteista kamppailua muovaa toimintaympäristö. (Geels, Berghout, van Vuuren, 2016).

Sosioteknisessä siirtymässä ei ole yhtä selkeää yksittäistä ”syytä”, vaan muutokset ovat tulosta eri tasojen vuorovaikutuksesta (Geels & Kemp 2007), eri tasoilla useisiin suuntiin suuntautuvien samanaikaisten prosessien linkittymisestä vähitellen toisiinsa ja tasojen toisiaan kohtaan luomasta pakottavuudesta (Geels, 2006a), eli eräänlaisesta kierteisestä tai syklittäisestä kausaalisuudesta (circular causality). Pienet paikalliset innovaatiot voivat kehittyä laajempien muutosten mahdollistajiksi. Siirtymille onkin ominaista epälineaarisuus ja epävarmuus. (F. Geels, 2005). Ne voivat välillä kokea takaiskuja tai pysähtyä, esimerkiksi muuttuneiden politiikkatavoitteiden vuoksi, taloustilanne muuttaa prioriteetteja tai niche-innovaatioilla ilmenee odottamattomia vaikutuksia (Geels, Berghout, van Vuuren, 2016).

”The important point of the multi-level perspective is that the further success of a new technology is not only governed by processes within the niche, but also by developments at the level of existing regime and the sociotechnical landscape” (Geels, 2002, s. 1261).

Monitasoperspektiivin eri tasot verkottuvat ja liittyvät toisiinsa (Kuvio 7). Regiimit edustavat stabiilisuutta ja nykyisen järjestelmän inkrementaalista kehitystä toimintaympäristöstä tulevien hitaasti muuttuvien reunaehtojen ja suuntaviivojen puitteissa luotuja tavoitteita kohti. (Geels, 2002). Niche-toimijoiden työ on usein suunnattu ratkaisemaan vallassa olevan toimintamallin ongelmia (Geels, 2004a) sosioteknisen regiimin ja ympäristön luomissa puitteissa.

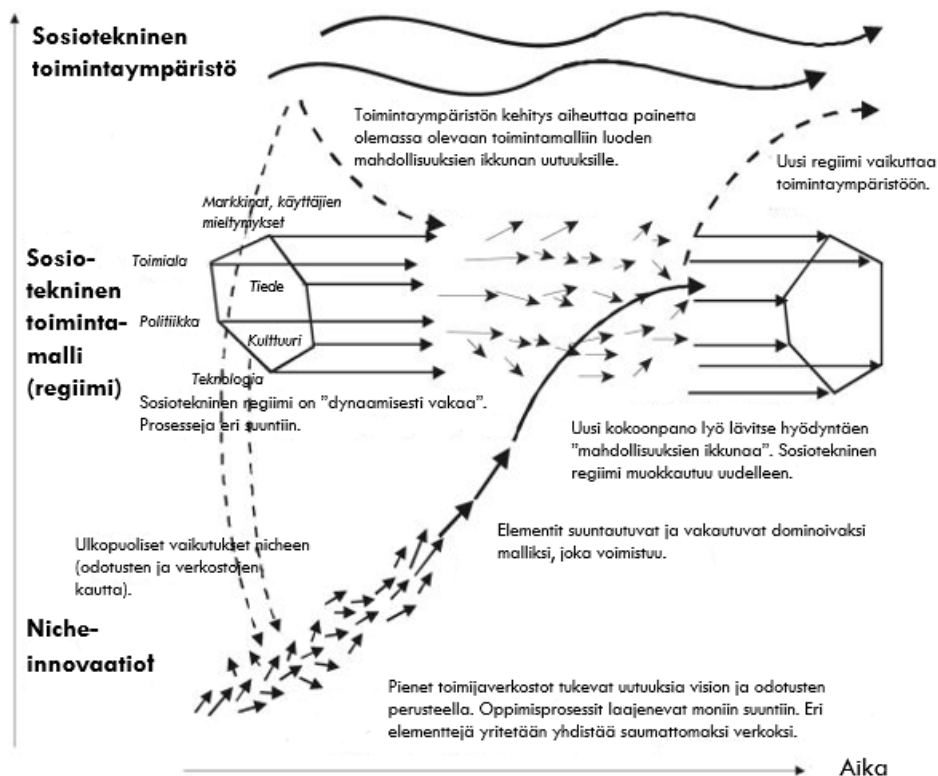


Kuvio 7. Monitasoperspektiivin eri tasojen välinen sisäkkäinen hierarkia Geelsin (2002, s.1261) mukaan.

Esimerkiksi Rip ja Kemp (1998) ovat jo ennen Geelsiä tuoneet esiin sosioteknisen tutkimuksen peruskäsitteet niche, regiimi ja landscape. Geels on kuitenkin jalostanut mallin MLP:ksi tuomalla mukaan eri tasoilla eri aikoina tapahtuvaa dynamiikkaa, niiden välistä

vuorovaikutusta ja eri ulottuvuuksien huomioimista (kuvio 7). Kolme tasoa toimivat analyysin työkaluina ja mallin tärkeänä tavoitteena on päästä eroon yksinkertaisista syy-seuraussuhteiden kaltaisista selityksistä siirtymien tarkastelussa (Geels, 2006a). Sosioteknisen siirtymän vauhdittuminen edellyttää eri tasoilla yhtäaikaista prosesseja: 1) niche-innovaatiot vahvistuvat sisäisesti (oppimisprosessit, hinta/suorituskykyparannukset, tuki voimakkailla ryhmittymillä ja investointien lisääntyminen), 2) voimistuvat toimintaympäristön muutokset luovat painetta toimintamallia eli regiimiä kohtaan ja 3) toimintamallin heikkeneminen, epätasapaino tai sisäinen jännite luo mahdollisuuksien ikkunan niche-innovaation laajenemiselle. (Geels, Berghout, van Vuuren, 2016; Geels, 2017).

Paikallisten käytäntöjen
lisääntyvä rakenteistuminen



Kuvio 8. Sosioteknisen muutoksen malli (Geels & Schot, 2007, s. 401). (Suomennettu versio Kaasalainen).

MLP-viitekehystä on sovellettu useissa teknologiasiirtymiä käsittelevissä tutkimuksissa. Historiallisia katsauksia eri tasojen välisestä dynamiikasta ja muutokseen vaikuttaneista tekijöistä eri ajanjaksoina on tehty esimerkiksi analysoitaessa purjelaivojen korvautuminen höyrylaivoilla (Geels, 2002), viemärijärjestelmän kehitystä Alankomaissa (Geels, 2006b) tai hevosvaunujen syrjäytymistä autoilla (Geels, 2006b). MLP-viitekehystä on toki sovellettu myös tulevaisuuden tarkastelussa eri skenaarioiden avulla (mm. Wilenius & Kurki, 2012; van Bree ja muut, 2010, Marletto, 2014).

2.7. Mahdollisuuksien ikkuna (window of opportunity)

Erityisesti sosioteknisten muutosmallien alkuvaiheissa nähtiin, että radikaalit innovaatiot nousevat niche-tasolta, kun regiimissä tai toimintaympäristötasolla tapahtuvat asiat luovat mahdollisuuksien ikkunan uusille teknologioille, jotka voimistuvat ja syrjäyttävät vanhan. Ikkunat voivat muodostua niche-toimijoille esimerkiksi toimintamallien tasolla syntyneiden tai toimintaympäristön muutosten aiheuttamien paineiden vuoksi. (Geels, 2002).

Aikaikkuna niche-innovaatioiden läpilyönnille voi avautua esimerkiksi

- toimintaympäristön aiheuttamista paineista, kuten ilmastonmuutoksesta,
- regiimin sisäisistä ongelmista ja tavasta havaita tai reagoida niihin esimerkiksi uusia teknologisia ratkaisuja etsimällä,
- regiimin aiheuttamat kielteiset ulkoiset vaikutukset esimerkiksi terveyteen tai ympäristöön voivat lisätä ulkopuolisten painostusryhmien, asiantuntijoiden, muiden yritysten tai kuluttajien aiheuttamaa painetta,
- käyttäjien mieltymysten muuttuminen ja tyytymättömyys regiimin tapaan ratkaista tarpeen tyydyttäminen, sekä
- regiimiin kuuluvien yritysten keskinäinen kilpailu ja strategiset pelit voivat saada yrityksen etsimään kilpailuetua niche-innovaatiosta, mikä puolestaan voi laukaista dominoefektin myös muissa regiimin toimijoissa. (Geels, 2004b).

Verbong ja Geels (2010) tuovat esiin, että nichestä läpilyövä teknologian korvaavuus tapahtuu epätodennäköisesti laajaa infrastuktuuria vaativissa systeemeissä, jossa markkinoille pääsyn kynnykset ovat korkeat erityisesti uponneiden kustannusten ja pääomaa sitovien investointien vuoksi. Ajoituksella on silti tässäkin tapauksessa suuri merkitys: siirtymä tapahtuu vain, jos toimintaympäristöstä ja nichestä syntyvät paineet ja vallitsevat toimintamallit linkittyvät toisiinsa luoden pakottavuutta. (Verbong & Geels, 2010).

At some moment external landscape changes may create pressure on the regime and create windows of opportunity for transition. But if niche-innovations are not fully developed, they cannot take advantage of this window, which may subsequently close. (Geels & Schot, 2007b, s. 406).

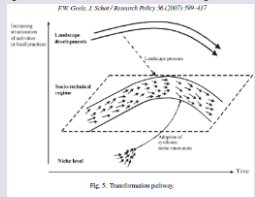
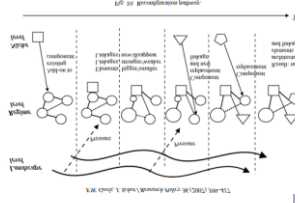
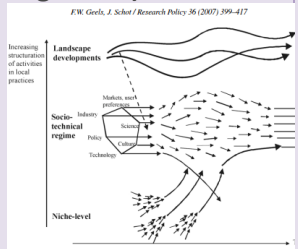
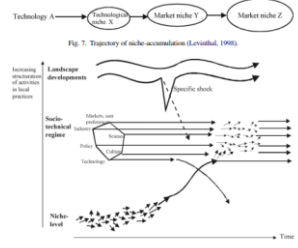
Toimintaympäristöstä syntyvien paineiden ja niche-innovaatioiden valmiusaste kyseisenä ajankohtana voi vaikuttaa esimerkiksi siihen, minkälainen siirtymäpolku voi syntyä (Verbong & Geels, 2010). Erilaisia muutospolkuja käsitellään seuraavassa alaluvussa.

2.8. Polkuja sosiotekniseen muutokseen

Teknologiset siirtymät eivät tapahdu helposti, koska olemassa olevalle toimintamallille on luontevaa pyrkiä stabiloimaan ja lukitsemaan vallitseva tilanne (Geels & Kemp, 2007; Verbong & Geels, 2010). Sosioteknisen muutoksen mahdollisuuteen vaikuttavat esimerkiksi ajankohta ja monitasoperspektiivin eri tasojen vuorovaikutuksen luonne (Geels & Schot, 2007b). Ratkaisevaa on esimerkiksi, kuinka suuri on ulkopuolinen paine tai kuinka merkittävä ja nopea toimintaympäristön muutos kohdistuu regiimiin, sekä kuinka valmiita niche-innovaatiot tuona ajankohtana ovat tuomaan vaihtoehtoja markkinoille tai jopa murtamaan regiimin valta-asema (Geels & Schot, 2007b; Verbong & Geels, 2010).

Sosioteknisen muutoksen muutospolkuja on jäsennelty taulukkoon 1. Tarkemmat muutosta kuvaavat kuviot ovat liitteessä 3.

Taulukko 1. Sosioteknisen muutoksen muutospolkujen tunnusomaisia piirteitä.

Muutospolku	Tunnusomaista	MLP-tasojen toiminta ja ”johtava taso”	Politiikan tavoitteet, periaatteet ja keinot*
Mukautuminen (transformation)  <p>Fig. 5. Transformation pathway.</p>	<p>Toimintaympäristö tai ryhmittymät luovat ulkoisia muotospaineita. Nichet eivät riittävän kehittyneitä hyödyntääkseen mahdollisuuksien ikkunaa.</p>	<p>Toimintaympäristö vaatii muutosta Regiimi mukautuu pie- nin jatkuvien muutoksi Niche-innovaatiot eivät saa tilaa</p>	<p>1.hinta/kustannustehok- kuus 2.luotettavuus 3.ympäristöarvot ”markkinat ratkaisevat” Paineen kohdistaminen regiimiin.</p>
Uudelleenjärjestely (reconfiguration)  <p>Fig. 6. Reconfiguration pathway.</p>	<p>Uusi regiimi syntyy vanhan pohjalta, mutta rakenne muuntuu uusien ja korvaavien komponenttien myötä merkittävästi (kumulatiivinen muutos). Komponenttitoimittajien välinen kilpailu.</p>	<p>Ympäristö luo paineita. Regiimi poimii nichen uusia innovaatioita osaksi systeemiä. Niche-innovaatiot kehit- tyneitä, yhteistyö regii- min kanssa, vanhojen komponenttitoimittajien haastaminen.</p>	<p>1.luotettavuus 2. ympäristöarvot 3.hinta/kustannustehok- kuus ”suunnitelmallisuutta ja lainsäädäntöä markkinoi- den rinnalla” Nichen stimulointi, regii- min stimulointi yhteistyö- hön.</p>
Hajaantuminen ja uudelleen suuntautuminen (de-alignment and re-alignment)  <p>Fig. 7. De-alignment and re-alignment pathway.</p>	<p>Merkittävät ympäristön muutokset vievät uskon systeemin toimivuuteen. Useita kehityssuuntia, uusia toimijoita ja pitkittynyt epävarmuus voitavasta ratkaisusta.</p>	<p>Toimintaympäristössä laajoja, monisuuntaisia ja äkillisiä muutoksia. Toimintamalli hajoaa, kunnes uusi systeemi syntyy. Useita niche-innovaatioita ja kokeiluja kunnes uusi dominoiva malli voittaa.</p>	<p>1.paikallinen kontrolli, riippumattomuus 2. luotettavuus 3.ympäristöarvot 4.hinta/ kustannustehok- kuus ”verkostojen luominen uuden systeemin raken- tamiseksi” Nichejen stimulointi ja tu- keminen.</p>
Teknologian korvautuminen (technological substitution)  <p>Fig. 8. Technological substitution pathway.</p>	<p>Uudet yritykset kehittävät innovaatioita, jotka kilpailevat regiimin toimijoiden kanssa. Taistelu vallasta. Jos uusi teknologia voittaa, aiheuttaa se laajoja muutoksia regiimiin, yrityksiä häviää.</p>	<p>Toimintaympäristön merkittävä paine (shokki, laaja tai disruptiivinen muutos) Regiimi luottaa inkrementaaleihin innovaatioihin, puolustautuu. Niche on riittävän vahva ja kyvykäs hyödyntämään mahdollisuuksien ikkunaa.</p>	<p>Paineen luonti regiimiin. Nichejen stimulointi ja vahvistaminen. Mahdollisuuksien ikkunan luonti.</p>

Lähteet: (G. P. J. Verbon & Geels, 2010; F. W. Geels & Schot, 2007b) *sähköntuotanto, sopii myös liikenteeseen

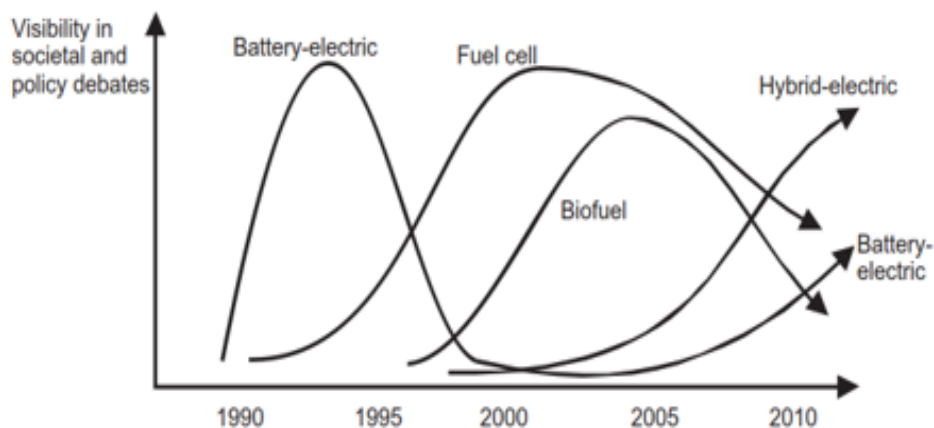
Verbongin ja Geelsin (2010) mukaan eri muutospolut voivat empiirisissä tutkimuskoh-teissa ikään kuin ketjuuntua, jolloin muutos yleensä alkaa regiimin mukautumisesta sii-hen kohdistuvaan lievään muutospaineeseen. Regiimin mukautuminen voi johtaa vähitel-len toimintamallin arkkitehtuurin uudelleenjärjestelyyn, kun sen osatekijät muuttuvat yksi toisensa jälkeen. Toimintaympäristön muutosten ja eskaloituvan paineen vuoksi inkrementaalisten innovaatioiden tie saattaa osoittautua riittämättömäksi ja regiimi ajautuu hajaannuksen tilaan. Nichejen kehitysasteesta riippuen regiimi saattaa kyetä vielä selviytymään uudelleenjärjestäytymällä useiden niche-innovaatioiden kilpaillessa keskenään dominoivasta asemasta. Toisaalta, jos jokin niche on riittävän vahva hyödyn-tämään mahdollisuuksien ikkunaa hajaannuksen tapahtuessa tai ulkopuolisen shokin kohdatessa, voi lopputuloksena olla teknologian korvautuminen ja uuden regiimin syntyminen. (Geels & Schot, 2007b).

2.9. Sosiotekninen muutos liikenteessä

Geels (2012) on soveltanut MLP:tä myös tarkastelemalla kestävämpään liikenteeseen siirtymistä ja siihen liittyviä sidosryhmiä mm. Iso-Britannian ja Hollannin esimerkkien kautta. Vuonna 2012 julkaistun artikkelin mukaan nykyinen autoregiimi oli edelleen do-minoivassa ja stabiilissa asemassa, jossa oli vain pieniä säröjä havaittavissa. Lupaavim-pien liikenteeseen liittyvien nichejen aikaikkuna oli rajallinen, tosin se oli laajempi ympä-ristöystävällisempään voimansiirtoon ja tietoliikenneteknologiaan liittyvissä hankkeissa. Vähäpäästöisen liikenteen siirtymä oli Geelsin (2012) tulkinnan mukaan vasta aluillaan ja pääajurit sen kiihdyttämiseksi ovat 1) yhteiskunnallinen huoli öljyntuotannon huipun ajoittumisesta (peak oil) ja ilmastomuutoksesta, 2) poliittiset päätökset (CO2-säädökset, innovaatio-ohjelmat) ympäristöystävällisemmästä autoilusta ja 3) autoteolli-suuden innovaatiostrategiat erityisesti sähkö-, hybridi- ja polttokennoautoihin liittyen. Ajurit olivat kuitenkin melko vaikeita ja toimiala oli lähinnä stabiilissa ja ”veltossa” ti-lassa (Geels, 2012).

MLP-näkökulman mukaan siirtymän kiihdyttämiseksi pitäisi poliittisella tasolla pyrkiä stimuloimaan niche-innovaatioita sekä luoda painetta regiimiin esimerkiksi lainsäädän-nön ja taloudellisten instrumenttien avulla. Geelsin (2012) mukaan politiikan ja liikenne-suunnittelun näkökulma on kuitenkin useimmissa maissa pikemminkin hyvin kapea ja tekninen kuin laajempia muutoksia suunnitteleva ja aikaansaava. Yleisen mielipiteen kuuntelu ja seuraaminen ovat poliittiselle päätöksenteolle ominaisempaa kuin niihin vai-kuttaminen. Sama vastaanottavaisuus näkyy esimerkiksi kasvihuonekaasujen päästöta-voitteissa: rajoituksia tehdään sen mukaan, mikä on autoteollisuudelle helposti saavutet-tavissa oleva taso ja mikä turvaa parhaiten olemassa olevat työpaikat. (Geels, 2012). Geels (2012) toteaa viitekehyksen toimivuudesta liikenteen siirtymän tarkastelussa: ”*MLP can be used for making comprehensive analyses of the possibilities, barriers and driv-ers of transitions towards sustainable transport.*” (Geels, 2012).

Vuonna 2015 ilmestyneessä artikkelissa Penna ja Geels ovat soveltaneet MLP:n sijasta DILC-mallia (Dialectic Issue LifeCycle) analysoidessaan eri ajanjaksoina vuosien 1979 – 2012 välillä USAn autoteollisuuden reagoitua heihin kohdistettuihin paineisiin yhteiskunnallisista painostusryhmistä, tiedemaailmasta, politiikasta ja julkisuudesta. Artikkelin tarjoaa kiehtovan näkökulman siihen, miten regiimi puolustaa strategisesti omaa asemaansa eräänlaisella ”hajoita ja hallitse”-tyylillä. Esimerkiksi ulkopuolisen paineen lisääntyessä yritykset saattoivat julkistaa tutkimushankkeita, uusilla teknologioilla toteutettuja konseptiautoja tai prototyyppisiä markkinointilupauksilla höystettynä, mutta heti paineen hellittäessä hankkeita viivästettiin tai haudattiin. Toimenpiteet jäivät näin pitkäksi ”symbolisiksi teoiksi” päästöjen vähentämiseksi. Massatuotantoa vähäpäästöisten autojen osalta ei haluttu aloittaa, koska voittava teknologia ei ollut selvillä ja teollisuus ei halunnut sitoutua mahdollisesti ”väärään” valintaan. Sen sijaan ne panostivat polttomoottoreiden ja biopolttomotteiden kehittämiseen. (Penna & Geels, 2015). Lupauksista huolimatta tutkittuna ajanjaksona yli 80 prosenttia USAn autoteollisuuden hakemista patenteista liittyi polttomoottoritekniikkaan (Geels, 2012), jonka elinkaarta ja dominoivaa asemaa markkinoilla perinteiset toimijat haluavat mahdollisimman pitkään jatkaa. Käytännössä se on pyristellyt ZEV-mandaatin toteuttamista vastaan lähes 20 vuotta oikeudenkäyntejä myöden. Toyota Prius sen sijaan onnistui avaamaan USAn hybridi-automarkkinat ja vuonna 2011 markkinoilla olikin jo yli 40 vaihtoehtoa (valtaosa HEV-malleja, joita ei pysty lataamaan). (Penna & Geels, 2015).



Kuvio 9. Innostus ja pettymyssykli vaihtoehtoisia käyttövoimia kohtaan Geelsin (2012, s.477) mukaan.

Tunnusomaista pidemmän aikavälin analyysissä liittyen vähäpäästöisempien vaihtoehtojen mahdollisuuteen korvata polttomoottoriautot on ollut havaittu ”innostus-pettymyssykli”. Se tarkoittaa, että innostus korvaavia teknologioita (esim. sähkö, biopolttoaineet, polttokennoautot, hybridi-autot) kohtaan on vaihdellut eri ajankohtina. Esimerkiksi sähköautot olivat kiinnostavia 90-luvulla, polttokennot 2000-luvun taitteen molemmin puolin, biopolttoaineet 2002-2005, hybridien huippu oli 2005-2010, jonka jälkeen sähköautot ovat nousseet uudelleen aiempaa huomattavasti vahvempaan vaihtoehtona esiin. (Penna & Geels, 2015; Geels, 2012).

3. Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelun menetelmistä ja aineistosta

Edellisessä luvussa käsiteltiin sosioteknistä muutosta ja monitasoperspektiiviä. Tässä luvussa tehdään alaluvussa 3.2. siitä ikään kuin yhteenveto ja johtopäätökset, kun sen pohjalta luodaan tämän tutkimuksen kannalta oleellinen pelkistetympi viitekehys. Luvussa myös luodaan arviointi-ikkuna, jonka avulla tutkimuksen suorittamisen jälkeen voidaan arvioida mahdollisuuksien ikkunan avoimuutta. Keskeistä sisältöä on myös aineiston keräämisen ja käsittelyn periaatteiden kuvaaminen. Ensimmäiseksi luodaan kuitenkin vielä lyhyt katsaus menetelmiin, joiden avulla sosioteknisiä muutoksia on tutkittu. Tämä antaa lukijalle perspektiiviä lähestymistavan monipuolisuuteen. Monitasoperspektiivi perustuu laadulliseen tutkimukseen, mutta sen käyttämien menetelmien kirjo on hyvin laaja. Usein tutkimuksissa yhdistellään elementtejä myös muista tutkimustraditioista. Se luo myöskin perustaa tutkijan tekemille valinnoille lähteiden kirjon ja lähestymistapojen runsauden suhteen.

3.1. Sosioteknisten muutosten tutkimusmenetelmistä

Sosioteknisen muutoksen tutkimuksen menetelmiä on laaja kirjo. Tutkimuksissa on hyödynnetty esimerkiksi historiallisia narratiiveja, kvantitatiivista dataa esim. lehtiartikkeleista ja patenteista (Penna & Geels, 2015) sekä tilastoista, kvalitatiivista analyysiä niihin liittyen, hallinnon dokumentteja, toissijaisia lähteitä muiden tutkimuksien tai historiakaustusten avulla ja niin edelleen. Toki ensisijaiset lähteet ja tiedon hankkiminen esimerkiksi teemahaastattelujen, kyselyjen, erilaisten paneelien ja muiden keinojen avulla kuuluvat myös sosioteknisen muutoksen keskeisiin tutkimusmenetelmiin.

Yhteistä monille historiallisille tapaustutkimuksille sosiotekniseen muutokseen liittyen on pidempien ajanjaksojen jaottelu lyhyemmiksi ja siirtymän tarkastelu esimerkiksi MLP:n eri tasoilla tapahtuvien historiallisten tapahtumien kautta (esimerkiksi Geels, 2002; Geels, 2006a; Geels, 2006b, Geels 2007) tai DILC-mallin (Dialectic issue lifecycle model) ulottuvuuksien avulla (Geels & Penna, 2015; Penna & Geels, 2012; Penna & Geels, 2015). Tällöin yhtenä tavoitteena on saattanut olla esimerkiksi tunnistaa kehityspolkujen luonne tai vertailla polkujen erilaisuutta eri maissa (Raven & Geels, 2010).

Myös eri päätutkimushaarojen menetelmiä on yhdistelty. MLP-kehystä on tällöin saatettu käyttää nykytilan analysointiin ja siinä havaittujen edistävien tekijöiden ja esteiden tunnistamiseen, jonka jälkeen on luotu erilaisia tulevaisuusskenaarioita (Marletto 2014; Verbong ja Geels, 2010) ja ehdotettu toimenpiteitä, joiden avulla sinne päästään esimerkiksi TM:n strategisilla, taktisilla ja operationaalisilla toimilla (Ruggiero) tai SNM:n keinoin. Kivimaa ja Kern (2016) ovat mielenkiintoisella tavalla yhdistäneet analyysissään energiatehokkuutta edistävien toimenpiteiden politiikkakoriin niche-innovaatioiden tutkimahdollisuuksina SNM:n ja TIS:n funktioita sekä toisaalta regiimin heikentämistoimina Schumpeterin ”creative destruction”-ajatusta, Turnheimin ja Geelsin (2012) konseptia regiimin epätasapainottamisesta (destabilisation) ja TM:n ajatuksia sekä tutkineet niiden toteutumista Suomessa ja Iso-Britanniassa. Poliitiikan keinovalikoiman arviointi on näin

kohdistunut toisaalta suotuisaa kehitystä kannustaviin toimiin ja toisaalta vallitsevan toimintamallia horjuttaviin toimiin.

Malinen ja muut (2013) ovat analysoineet regiimin ilmentyminä toimiala, liiketoimintaverkostot ja käyttäjä-ulottuvuuksia.

Geels (2013) tarkastelee taloudellisten kriisien vaikutusta kestäviin siirtymiin kolmen analyysikategorian: investoinnit, politiikka ja hallinto, sekä julkisen diskurssin avulla. Tutkimusaineistot ovat sekundäärilähteitä kuten tilastoja, kyselytutkimuksia, raportteja, politiikkainstrumenttien tarkastelua ja sanomalehtiartikkeleita.

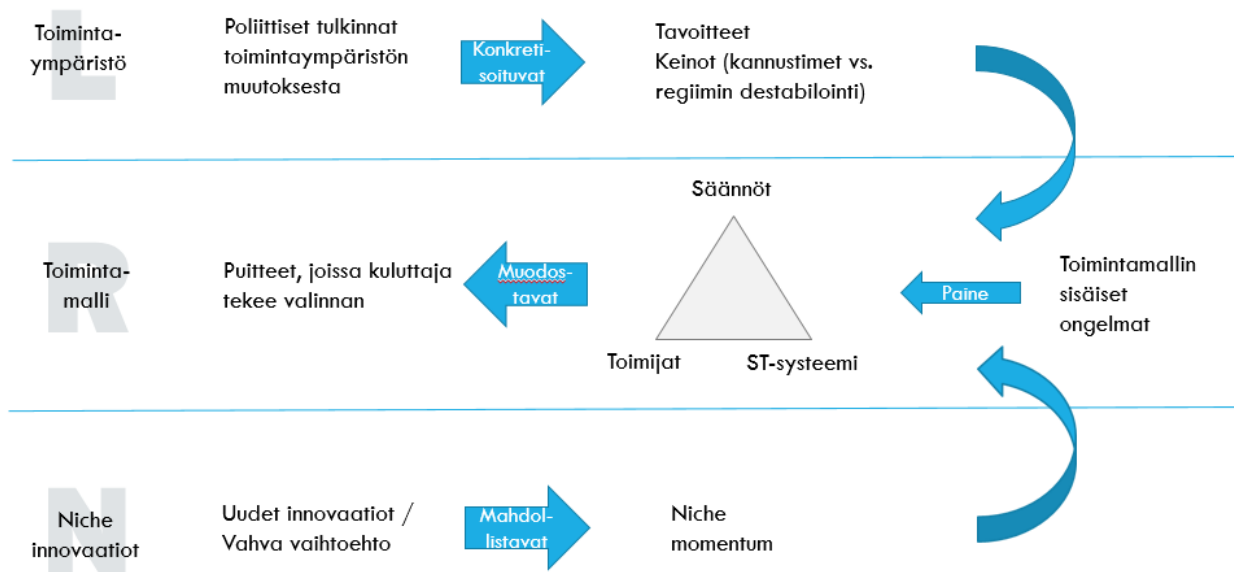
Tutkimusmenetelmien kirjo sosioteknisten siirtymien tutkimisperinteessä on hyvinkin laaja ja monia mahdollisuuksia luova. Geelsin (2002) mukaan oleellista on luoda riittävän monipuolinen kuva analyysin kohteena olevasta ilmiöstä.

3.2. Tutkimuksen viitekehys ja eteneminen

Tässä työssä ei ole tarkoitus luoda vuosikymmenien pituista historiallista katsausta jo tapahtuneeseen siirtymään vaan ikään kuin kurkistaa lähihistoriaan ja tämän päivän tilanteeseen sekä meneillään olevaan muutokseen MLP-malliin liittyvien tasojen ja ulottuvuuksien kautta. Eri ulottuvuuksia huomioon ottavan näkymän saamiseksi meneillään olevaan kehitykseen hyödynnetään monipuolisesti erilaisia näkökulmia ja tiedonkeruumenetelmiä sosioteknisen muutostutkimuksen perinteitä kunnioittaen.

Tutkimus on laadulliseen tulkintaan perustuva tutkimus, jossa apuna on käytetty myös kvantitatiivisia elementtejä, kuten tilastotietoja ja tutkijan itsensä tekemiä laskelmia.

Tutkimuksen teoreettiset lähtökohdat ja kiinnostuksen kohteena olevat näkökulmat voidaan pelkistää tutkimuksen viitekehyyksi, joka on esitetty kuviossa 10. Tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi viitekehystä voidaan hyödyntää sekä kansainvälisen tason kuin Suomen tilanteenkin tarkasteluun arvioitaessa sähköisen liikenteen mahdollisuuksien ikkunan avoimuutta. Kansainvälisen tason tarkastelussa pääpaino on sähköisen liikenteen nichessä ja sen luomissa muutospaineissa nykyisen toimintamallin henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa ja toimialaa kohtaan, josta tarkastelu etenee poliittisten päätösten luomien paineiden kautta perinteisen autoteollisuuden ratkaisuyrityksiin. Kansallisen tason tarkastelussa lähdetään liikkeelle politiikan tavoitteiden ja keinojen luomista puitteista, joissa kuluttaja tekee valintoja, päätyen yhteen näkemykseen siitä, minkälainen voisi olla sähköisen liikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa.



Kuvio 10. Tutkimuksen viitekehys ja tarkastelun kohteet sähköautoihin liittyen pelkistetyksi.

Toimintaympäristön muutokset eivät merkittävyydestään huolimatta ole välttämättä absoluuttisia ja kaikkien hyväksymiä totuuksia. Esimerkiksi kasvihuoneilmästä ja ihmisen toiminnan vaikutuksesta ilmastomuutokseen on puhuttu jo pitkään. Ensimmäinen YK:n ilmastopöytäsohimus solmittiin Rio de Janeirossa jo vuonna 1992 kasvihuonekaasujen hillitsemiseksi. Siitä huolimatta esimerkiksi Yhdysvallat ilmoitti ensimmäistä kertaa ratifioineensa kansainvälisen ilmastopöytäsohimuksen, Pariisin pöytäsohimuksen, vasta syyskuussa 2016. Presidentti Barack Obaman seuraajan Donald Trumpin johdolla Yhdysvallat kuitenkin jätti pöytäsohimuksesta eroilmoituksen elokuussa 2017. Bonnin ilmastokokouksen yhteydessä 2017 Yhdysvaltojen 20 osavaltiota, yli 50 suurimmista kaupungeista ja yli 60 suurista yrityksistä ilmoittivat sitoutuvansa edelleen Pariisin pöytäsohimuksen tavoitteisiin (Harvey & Watts, 2017). Bonnin kokoukseen mennessä kaikki muut maat ovat ilmoittaneet liittyvänsä Pariisin pöytäsohimukseen Yhdysvaltojen eroilmoituksesta huolimatta. (Milman & Watts, 2017).

Edellä kuvatun vuoksi toimintaympäristön muutoksia käsitellään tässä työssä erityisesti siitä näkökulmasta, miten ne ovat konkretisoituneet poliittisiksi tavoitteiksi ja keinoiksi tavoitteisiin pääsemiseksi. Vaikka poliittiset päätöksentekijät ovat myös varsinaisesti osa regiimiä, niin he toimivat kuitenkin eräänlaisina toimintaympäristön tulkkina ohjaamassa toimintamallia haluttuun suuntaan luomalla esimerkiksi lainsäädännöllä puitteita ja reunaehdot, joissa regiimin toimijoiden on toimittava. Siksi tässä työssä poliittisesti asetettuja tavoitteita ja tehtyjä päätöksiä keinoista tarkastellaan ilmentymänä toimintaympäristöstä.

Kansainvälisen ja kansallisen tason tarkasteluihin liittyy tietty syklittäisyys. Kansainvälisesti tehty pöytäsohimukset toimivat toimintaympäristön muutoksina EU-tasolle, mitkä pitää ottaa päätöksenteossa huomioon. Kansallisella tasolla EU-jäsenmaan toimintaympäristön

muutoksia edustavat kansainvälisten sopimusten lisäksi EU-tason päätökset, jotka sitovat jäsenmaita. Samalla tavalla kansainvälisen tason Niche-innovaatiot vaikuttavat ja mahdollisesti luovat painetta myös kansalliseen toimintamalliin.

3.3. Tiedon tarpeet, hankinta ja menetelmät

Tiedon keruussa ja analyysissä hyödynnetään teorian pohjalta luotuja tarkasteluikkunoita. Ensimmäisessä ja toisessa tutkimuskysymyksessä halutaan selvittää, onko mahdollisuuksien ikkuna avoinna sähköiselle liikenteelle yleisesti ottaen ja Suomessa. Luvussa 2.6. on selvitetty Geelsin (2014 b) näkemyksiä tekijöistä, joiden vuoksi aikaikkuna voisi avautua. Tekijöistä on johdettu taulukon 2 mukainen kehikko, jonka avulla vastauksia tutkimuskysymyksiin voidaan myöhemmin arvioida.

Taulukko 2. Monitasoperspektiivin eri tasot huomioiva arviointikehikko aikaikkunan avoimuutta edistävästä tai estävästä tekijöistä Geelsiä (2014b) mukaillen.

Aikaikkunan avoimuus ?	Mahdollistavia / edistäviä tekijöitä	Puuttuvia / estäviä Tekijöitä
Toimintaympäristö (landscape) yhteiskunnallinen / globaali kehitys, trendit, asenneilmasto, talous, poliittiset päätökset/tavoitteet...	Toimintaympäristön muutokset. Muutosten tulkinta realisoituu poliittisiksi tavoitteiksi ja keinoiksi. Paineet ja/tai tuki muutoksen katalysaattoreina.	Tulkinta toimintaympäristön muutoksesta puutteellinen, politiikan tavoitteet ja/tai keinot eivät tue muutosta. "Annetaan markkinoiden ratkaista"-kehityspolku.
Nykytilanne / nykyinen Toimintamalli (regiimi) Tämän hetkinen todellisuus, olemassa olevat rakenteet, säännöt, tavat, toimijat	Toimintamallin ongelmat, joihin tarvitaan uusia ratkaisuja. Inkrementaalinen kehitys ei riitä. Toimialan keskinäinen kilpailu laukaisee dominoefektin. Kuluttajat haluavat valita toisin.	Regiimin lukkiutuminen nykyisiin toimintamalleihin. Kuluttaja ei halua tai hänellä ei ole realistista mahdollisuutta vaihtoehtoon.
Niche – Innovaatiot Uudet ideat, innovaatiot ja ilmiöt, jotka vaikuttavat Kehitys, joka ei vielä valtavirtaa	Riittävän kehittynyt niche, joka pystyy tarjoamaan vaihtoehdon. Ratkaisuja näköpiirissä, jolla puutteet ratkaistaan.	Vaihtoehto ei riittävän kiinnostava tai houkutteleva / todellisuudessa mahdollinen. Puutteet liian suuria.

Arviointikehikon edistävien ja estävien tekijöiden arvioiminen edellyttää niiden pilkkomista yksityiskohtaisemmiksi ja tarkemmin analysoitaviksi kohteiksi.

Geelsin mukaan keskeiset sosioteknisen toimintamallin analyysin ulottuvuudet ovat toimijat, säännöt ja sosiotekninen systeemi (luku 2.2). Yhdistämällä nämä ulottuvuudet MLP viitekehyksen eri tasoihin voidaan johtaa taulukko 3, johon on valikoitu tämän tutkimuksen kysymysten kannalta kiinnostavia tarkastelun kohteita.

Taulukko 3. Keskeiset analyysin kohteet (toimijat, säännöt ja sosiotekninen systeemi) MLP:n eri tasoilla.

	Toimijat	Säännöt	ST-systeemi
Toimintaympäristö (Landscape)	Suomi, (EU)	Muodolliset: Päätökset, lait (keinot) Normatiiviset: tavoitteet Kognitiiviset: perusteet, tulkinta toimintaympäristöstä (retoriikka)	Muutospaineet ST-systeemille: tavoitteet ja keinot (ja perusteet) systeemin muuttamiseksi.
Regiimi	Käyttäjät (Media, Perinteinen autoteollisuus)	Kognitiiviset: valintakriteerit, tottumukset, mieltymykset Normatiiviset: havainnot ja odotukset, joita kulttuuri vahvistaa	Konkreettiset vaihtoehdot, joiden kesken valitaan. Kuva, joka systeemin vaihtoehtoista (median kautta) välittyy
Niche	Tesla, (kotimaiset yrittäjät)	Normatiiviset: missä busineksessä mukana? Miten me teemme asiat?	Muutospaineet ST-systeemille: Tavoiteltu / mahdollinen vaihtoehtoinen systeemi, nykyisen systeemin muutos (muutospolku)

Keskeisistä analyysin kohteista voidaan muodostaa vielä täsmennetympi tarkasteluikkuna, joka on esitetty taulukossa 4. Siinä tuodaan esiin kolme näkökulmaa ja tiedon lähteet, joiden avulla sähköistä liikennettä pyritään tarkastelemaan.

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen haetaan vastausta erityisesti sosioteknisen systeemin haastaja-näkökulman avulla. Perinteisen autoteollisuuden vahvimpana haastajana on toistaiseksi noussut esiin sähköautojen tuotantoon keskittynyt Tesla, jota tutkimuksessa käsitellään tärkeimpänä tapauksena niche-innovaatioiden yrityksestä murtaa paitsi autoteollisuuden sosiotekninen systeemi niin myös laajemmin henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano (kuvio 2). Jonkin verran toki huomioidaan myös muita esiin nousseita haastajia. Näkökulma on relevantti sen vuoksi, että ellei ole vahvaa nicheä, niin todennäköisesti regiimi pyrkisi vain inkrementaaliin muutokseen ja säilyttämään nykyisen toimintamallin, kuten aiemmin tässäkin työssä on jo tullut ilmi. Tarkastelemalla Teslan pyrkimyksiä muuttaa sosioteknistä kokoonpanoa ymmärretään paremmin, mitä muutos sähköiseen liikenteeseen voi tarkoittaa tai mitä se voi edellyttää. Sitä hyödyntäen voidaan etsiä myös vastausta kolmanteen tutkimuskysymykseen, eli millainen voisi olla sähköisen liikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa. Pääasiallisena aineistona ovat Teslaa ja muita haastajia käsittelevät kansainväliset ja kotimaiset lehtiartikkelit sekä Teslan yrityssivusto internetissä.

Ensimmäinen tutkimuskysymys on oleellinen kansainvälisen kontekstin hahmottamisen kannalta: jotta aikaikkuna voisi olla Suomessa avoin sähköiselle liikenteelle, niin ikkunan pitäisi olla avoinna myös Suomea laajemmin. Tutkimuksen pääpaino kohdistuu kuitenkin Suomeen. Siksi toista tutkimuskysymystä eli Suomen tilannetta sähköisen liikenteen mahdollisuuksien ikkunan osalta tarkastellaan tarkemmin kahden näkökulman, toimintaympäristöä edustavan politiikan sekä käyttäjän näkökulman, kautta. Myös niche-innovaatioiden näkökulma huomioidaan erityisesti sanomalehtiaineistoa tarkasteltaessa.

Toimintaympäristöön liittyvä näkökulma edustaa sääntöjä ja se kohdistuu politiikkaan sekä siellä tehtyihin tulkintoihin toimintaympäristön muutoksesta. Tulkinnat konkretisoituvat tavoitteiden ja keinojen eli erilaisten sääntöjen avulla luotuihin muutospaineisiin vallitsevaa regiimiä kohtaan. Tarkastelun kohteena ovat erityisesti Suomessa asetetut tavoitteet ja keinot, jotka osin ovat seurausta EU-päätöksenteosta. Näkökulma on oleellinen sen vuoksi, että poliittisesti asetetuilla tavoitteilla ja keinoilla on merkitystä mahdollisesti niiden muutokseen ohjaavan vaikutuksen vuoksi, eli miten ne tukevat sähköiseen liikenteeseen siirtymistä Suomessa. Pääasiallisena aineistona tarkastelussa ovat viralliset asiakirjat, kuten hallituksen esitykset (HE) ja hyväksytyt lait (L), strategiat ja ohjelmat sekä niiden seurantaan liittyvät raportit. Muita tiedon lähteitä ovat muun muassa valtiohallinnon ja julkisyhteisöjen internet-sivustot ja tilastot. Aineiston analysoinnissa käytetään hyväksi laskelmia esimerkiksi valittujen keinojen arvioinnissa.

Nykytilanteen eli regiimin tarkastelunäkökulma kansallisella ulottuvuudella on käyttäjäkeskeinen. Käyttäjä on regiimin toimijoista viime kädessä se, jonka päätös minä tahansa päivänä tapahtuvalla ostohetkellä on ratkaiseva tarkasteltaessa niche-innovaatioiden mahdollisuutta syrjäyttää vallitsevaan teknologiaan perustuvat ratkaisut. Kiinnostuksen kohteena on erityisesti, minkälaisina vaihtoehtoina perinteisen polttomoottoriteknologian ja sähkömoottori-nichen tarjonta konkretisoituu käyttäjille poliittisten päätösten luomissa puitteissa. Käytännössä asiaa tarkastellaan elinkaarilaskelmien avulla: onko käyttäjällä järkevä taloudellinen mahdollisuus valita sähköauto polttomoottoriauton sijasta. Tästä hieman laajennettua käyttäjänäkökulmaa edustaa katsaus julkiseen todellisuuteen, jossa käyttäjä hankintapäätöksiään tekee: minkälainen kuva sähköisen liikenteen tarjoamasta vaihtoehdosta luodaan median kautta. Luonnollisesti näkökulmaan liittyvä keskeinen aineisto on sanomalehtiartikkelit. Muita tiedon lähteitä ovat omistamisen kustannusten analysoimiseksi tarvittavat lähtötiedot, jotka on saatu esimerkiksi lakikoelmista, valmistajien tuotetiedoista, tilastoista ja niin edelleen.

Taulukko 4. Valitut tarkastelun näkökulmat, kohteet ja niihin liittyvät tiedon lähteet

MLP-taso	Näkökulma	Tarkasteltava kohde	Tiedon lähde / aineisto
Landscapesta paineen luonti regiimiin	Säännöt: Poliitiikka	EU → Suomi Muodolliset: Päätökset, lait (keinot) Normatiiviset: tavoitteet Kognitiiviset: tulkinta toimintaympäristön muutoksesta	Viralliset asiakirjat: lakiesitykset, strategiat, ohjelmat, raportit Internet-lähteet, tilastot, sanomalehtiartikkelit
Regiimi	Toimijat: Käyttäjät	Kognitiiviset: Omistamisen kustannukset konkreettisena vaihtoehtojen ilmentymänä, Median välittämä kuva vaihtoehtoista regiimille	Sanomalehtiartikkelit, Valmistajien tuotetiedot, tilastot
Nichestä Regiimiin: (ikkunan hyödyntäminen)	ST-systeemi: Niche-toimijoiden paineet toimialalle ja tarjoamat vaihtoehdot	Normatiiviset: missä busineksessä mukana? Tesla, suomalaisia toimijoita (uudet yritykset)	Tesla, sanomalehtiartikkelit, internet-lähteet, keskustelut toimijoiden kanssa

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä pyritään hahmottamaan, millainen voisi olla sähköisen liikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa. Kysymys suuntautuu tulevaisuuteen, josta kuitenkin voi olla nähtävissä jo tänä päivänä viitteitä, joilla kokonaisuuden muotoutuessa voi olla merkitystä, jos kehitys ohjautuu suotuisasti. Kysymyksen tarkastelu on oleellinen sen vuoksi, että aiemmissa tutkimuksissa ei ole ollut löydettävissä hahmotelmia, miten sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano voisi rakentua Geelsin esittämän henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanon (kuvio 2) sijasta. Oleellista on myöskin pyrkiä hahmottamaan ja ymmärtämään paremmin, miten asiat voisivat kehittyä, jotta voitaisiin pohtia, olisiko esimerkiksi tässä työssä hahmoteltu kehityssuunta sellainen, jota kannattaisi pyrkiä edistämään. Tässä työssä pyritään saamaan aikaan positiivinen näkymä tulevaisuuteen ja on syytä muistaa, että myös muunlaiset kehityssuunnat ja kokoonpanot ovat mahdollisia. Aineistona kysymyksen tarkastelussa käytetään erityisesti sanomalehtiartikkeleita ja siellä näkyviä viitteitä mahdollisista kokoonpanoista tulevaisuudessa rikastuttavista elementeistä. Muita tiedon lähteitä ovat aiempien tutkimuskysymysten tarkastelun aikana esiin nousseet asiat ja erityisesti Teslan tapauksessa muotoutunut vaihtoehto sähköisen henkilöliikenteen sosiotekniselle kokoonpanolle.

3.4. Yksityiskohtaisempaa tietoa aineiston valinnasta ja käsittelystä

Tutkimustyö perustuu laadulliseen analyysiin, jota tehdään pitkälti sekundäärisiin lähteisiin perustuen. Analyysin tukena on paikoitellen käytetty laskelmia. Tässä alaluvussa kuvataan tarkemmin pääperiaatteita aineiston valintaan ja sen käsittelyyn liittyen.

3.4.1. Verkkolehtiartikkelien valinta ja käsittely

Erityisesti luvun neljä kansainvälisessä tarkastelussa on pääsääntöisesti käytetty kansainvälisiä artikkeleita, jotka on julkaistu esimerkiksi tiedotusvälineiden verkkosivustoilla. Artikkeleita on haettu käsiteltävään teemaan liittyvillä hakusanoilla Googlen hakukoneen avulla. Saaduista hakutuloksista on yleisesti ottaen pyritty valikoimaan mahdollisimman luotettavien tiedotusvälineiden tarjoamia artikkeleita, joiden sisältö vaikuttaa hyvän journalistisen tavan mukaan tuotetuilta. Arviointi perustuu tutkijan tulkintaan. Joissakin tilanteissa, esimerkiksi uutisartikkelien osalta, on pyritty noutamaan uutisoinnin kohteena ollut tieto sen alkuperäisen julkaisijan verkkosivuilta. Esimerkiksi uutisoinnin viitatessa Bloombergin ennusteisiin, on haettu tai pyydetty kyseiset ennusteet Bloombergilta.

Edellä kuvattuja periaatteita on noudatettu pääsääntöisesti myös kansallisen tason tarkasteluun liittyen luvussa 5. Kansallisen tason uutistarjontaa on joissakin tilanteissa, esimerkiksi kvantitatiivisissa tarkasteluissa rajoitettu koskemaan Helsingin Sanomia (jatkossa HS), Iltasanomia (jatkossa IS) ja / tai Tekniikka & Talouslehteä (jatkossa myös TT tai T&T). Lehdet on valittu niiden lukijamäärien sekä aineiston tavoitettavuuden perusteella.

Ilta- ja aamutasanomat on Suomen luetuin verkkomedia TNS Metrixin (TNS Gallup) sekä Kansallisen mediatutkimuksen (Media Audit Finland, 2017) mittausten mukaan. Helsingin Sanomat puolestaan on painetun lehden lukijamäärältään Suomen suurin sanomalehti (Media Audit Finland) ja verkkomedianakin neljänneksi luetuin (TNS Gallup, 2017). Tekniikka & Talous -lehti puolestaan tarjoaa toisinaan hieman erilaisen näkökulman asioihin, kuin valitut kaksi muuta julkaisua.

Yksi tekijä tiedotusvälineiden valinnassa oli myöskin aineiston tavoitettavuus järkevällä tavalla. Kaikilla julkaisuilla on lehden sisältöön kohdistuva hakukone. IS:n ja HS:n tarjoaman hakukoneen käytettävyys on huomattavasti käyttäjäystävällisempi kuin TT:llä, jossa hakutulosten kokoaminen tiedostoon oli työlästä ja hidasta. Tästä syystä osassa analyysissä ei ole käytetty TT:n aineistoa, jos se ei asian luonteen vuoksi ole ollut tarpeen. Hakusanojen muotoilutarpeessa oli myöskin eroa, johtuen todennäköisesti metatietojen ja tekstihakuun perustuvista algoritmeista. Esimerkiksi HS:n ja IS:n koneessa saattoi käyttää hakusanana ”sähköauto”, kun taas TT:n koneessa piti muotoilla se ”sähköauto*”, jotta hakutulokseen saatiin kaikki sähköautoa koskettavat artikkelit.

Esimerkiksi sähköautoihin liittyen eri julkaisuiden kautta saadut artikkelilistaukset koottiin tiedostoihin vuosittain ja lehdittäin, jolloin niitä pystyttiin hyödyntämään myös ikään kuin aineistolähtöisesti, vaikka syvällistä analyysia kaikille artikkeleille ei systemaattisesti tehtykään. Otsikointien ja artikkelin alkutekstin perusteella tutkija pystyi jo monissa tapauksissa päättämään, mitkä artikkelit voisivat tuoda jotakin lisäarvoa tutkijan muodostamien teemoihin liittyvien hakusanojen lisäksi.

Jonkin verran aineistoa esikäsiteltiin listauksien muodostamisen yhteydessä. Esimerkiksi joinakin vuosina oli HS:ssä ollut tulevien tapahtumien listalla sähköautoajelua lapsille Huimalassa. Nämä selkeästi ei-artikkelit poistettiin tuloksista. Muutenkin lehtien listauksissa näkyi jonkin verran päällekkäisyyksiä, eli samalla otsikolla olevia artikkeleita. Ne oli julkaistu eri osastoilla verkkomediassa tai painetussa lehdessä ja verkkomediassa. Näitä ei poistettu, koska ne näkyvät kuitenkin eri lukijoille, eli lisäävät sähköautojen kokonaisnäkyvyyttä. Huomioitavaa myös on, että IS:n hakukoneessa listauksiin tuli myös Talous-sanomissa ja Digitodayssa julkaistuja artikkeleita, mutta myöskään niitä ei poistettu edellä mainitusta syystä ja näkyvät näin IS:ssä julkaistujen artikkelien määrissä.

3.4.2. Keinojen analysointiin liittyvistä lähtötiedoista ja niiden käsittelystä

Pääasiallisena aineistona keinojen analysoinnissa on käytetty Hallituksen esityksiä (HE) ja hyväksytyjä lakeja (L) autoveroon ja ajoneuvoveroon liittyen. Aineisto on haettu aiheeseen liittyvillä hakusanoilla Finlex-tietokannasta (Finlex, 2017) sekä Eduskunnan valtiopäiväasiakirjojen tietokannasta (Eduskunta, 2017). Esityksistä ja laeista on valikoitu pääasiallisesti ne, joiden esitykset kohdistuvat erityisesti uusien henkilöautojen ensirekisteröintiin ja hallintaan liittyvään verotukseen tai autokannan uudistumiseen. Näin aineiston ulkopuolelle jäi muun muassa useita esityksiä ja lakeja, joissa tehtiin muutoksia käytettynä maahantuotujen autojen verotukseen.

Keinojen analysoimiseen liittyvässä laskennassa on hyödynnetty lakitekstien lisäksi verohallinnon selvennyksiä ja ohjeistuksia, esimerkiksi auton verotusarvon ja autoveron laskemiseksi. Ensirekisteröitävän auton autoveron määräytymiseen vaikuttavat autoveroprosentti sekä auton verotusarvo. Verotusarvoon puolestaan vaikuttavat auton arvonlisäverollisen pyyntihinnan lisäksi siihen asennettavat lisävarusteet. Verotusarvon laskemiseen on käytetty verohallinnon internetsivuilla kerrottua vuonna 2017 käytössä ollut kaavaa kulloisenkin tarkasteltavan vuoden autoverotiedoilla muutettuna.

Keinojen vaikutusta arvioidaan myös käyttäjälle kohdistuvilla omistamisen kustannusten (total cost of ownship, jatkossa TCO) laskelmilla. Sähkö-, bensiini- ja hybridiautojen kustannuksiin liittyvät laskelmat ja vertailut on tehty Volkswagen Golf-malliston autoilla, koska mallistosta löytyvät versiot kaikista voimanlähteistä. Bensiinikäyttöisiä malleja on eniten eri teholuokissa ja varustelutasoilla niiden myyntihintojen vaihdellessa noin kahdestakymmenestä yli viiteenkymmeneentuhanteen. Tähän vertailuun bensiinikäyttöisen malli on valittu siten, että se olisi ominaisuuksiltaan ja tehoiltaan mahdollisimman lähellä puhtaasti sähköllä toimivaa e-Golfia. Myyntihinnaltaan automaattivaihteinen Golf Highline 1,5 TSI EVO 96 kW (130 hv) on hieman yli 10 000 euroa halvempi kuin Golfin sähkö- ja hybridiversiot.

Ladattava Golf GTE –hybridimalli on vertailun sähkö- ja bensiinikäyttöisiä autoja tehokkaampi ja paremmin varusteltu. Eri malleissa oleva erilainen varustelutaso on pyritty yhtenäistämään lisävarusteiden avulla, jotta niiden vaikutus vertailussa voitaisiin minimoida. Toimenpide nosti autojen autoverottomia hintoja 960-2460 € mallista riippuen (liite 4). Kaikki lisävarusteet olivat sellaisia, että ne nostivat myös perittävän autoveron määrää.

Ajoneuvojen tekniset tiedot, tiedot kulutuksesta ja päästöistä perustuvat Volkswagenin myyntiesitteissä kerrottuihin määriin. Todellisuudessa polttoaineen kulutus- ja siten päästömäärät ovat tyyppihyväksyntätietoja suurempia. Esimerkiksi Teknikens Värld-lehden tekemien ajotestien perusteella e-Golfin kulutus oli noin 30% valmistajan ilmoittamaa lukemaa suurempi. Polttomoottoriautoilla todellisen kulutuksen ja tyyppihyväksynnässä ilmoitettujen päästöjen välisen eron on tutkittu nousseen eri tutkimuksissa vuonna 2001 havaitusta 9 prosentin erosta vuonna 2016 jo keskimäärin 42 prosenttiin (Tietge ja muut, 2017). Tapa mitata päästöjä autojen tyyppihyväksyntää varten muuttuu EU:n komission asetuksen (EU 1151/2017) myötä aiemmin käytössä olleesta NEDC- mittaustavasta monipuolisemmin erilaisia kulutustilanteita huomioon ottavan WLTP-standardin mukaiseksi viimeistään syyskuussa 2018, jolloin autojen verotukseen vaikuttavat hiilidioksidipäästötiedot tulevat todennäköisesti nousemaan. Suomessa aiotaan käyttää siirtymäaikana laskennallisia NEDC-tietoja mahdollisesti vuoden 2020 loppuun asti (Toivonen, 2017; Lempinen, 2017a). Tässä työssä tehdyissä laskelmissa ei ole otettu huomioon mittaustavan muutoksen aiheuttamaa mahdollista vaikutusta verokertymiin. Jos laskelmissa on otettu huomioon tyyppihyväksyntätietoa suurempi polttoaineen kulutus, tästä on mainittu tulosten yhteydessä.

Eri mallien huoltokulut laskelmissa perustuvat Volkswagen Center Helsingistä saatuun hintatietoon (1.11.2017). Sähköauton edullisemmat huoltokustannukset perustunevat

siihen, että sähköautoissa on vähemmän huoltoa vaativia osia kuin polttomoottoriautoissa. Hybridiauton korkeammat kustannukset puolestaan johtuvat siitä, että niissä käytetään molempia teknologioita.

Muita lähtötietoja laskelmia varten on kerätty Tilastokeskuksen, Tielaitoksen ja Trafín tilastoista sekä Motivan ja latauspalveluita tarjoavan Plugitin internetsivuilta. Tarkemmat lähtötiedot laskelmille on esitetty liitteessä 4.

3.4.3. Muiden aineistojen valinnasta ja tietojen käsittelystä

Muina aineistoina on käytetty kulloinkin käsiteltävänä olevan aiheen kannalta relevantteja lähteitä. Esimerkiksi EU-tason tavoitteita ja keinoja on pääsääntöisesti kartoitettu EU:n tuottamista dokumenteista, jolloin tiedon lähteenä ovat toimineet EU:n tuottamat tietokannat (Eur-lex, 2017) tai internet-sivustot. Vastaavasti tietoa on kerätty yritysten, virastojen, ympäristöjärjestöjen ja etujärjestöjen internetsivuilta sekä heidän tuottamiinsa sähköisesti saatavilla olevista julkaisuista. Useimmin kerätyt tiedot ovat olleet niin sanotusti kyseisen tahon tuottamia faktatietoja, mutta toki kerätyissä tiedoissa on mukana myöskin tiedon tai näkemyksiä tuottaneen tahon omaa tulkintaa.

3.5. Joitakin sähköiseen liikenteeseen liittyviä käsitteitä ja rajauksia

Sähköisellä liikenteellä tarkoitetaan paitsi sähkömoottorilla kulkevia henkilöautoja myös muita kulkuneuvoja, kuten paketti-, kuorma- ja linja-autoja, mopoja, yksipyöräisiä, veneitä sekä esimerkiksi työkoneita, eli yleisesti ottaen välineitä, jotka saavat käyttövoimansa sähköstä ja joita voidaan käyttää liikkumiseen paikasta toiseen.

Tässä työssä keskitytään pääasiassa ladattavista sähkömoottoreista voimansa saaviin henkilöautoihin. Siitä huolimatta ”sähköinen liikenne”-termin käyttö on perusteltua ”sähköauton” rinnalla tutkimuksen sosioteknisen muutoksen näkökulma huomioon ottaen. Sähköinen liikenne voidaan nähdä laajempänä terminä, joka kulkuvälineen lisäksi tarkoittaa myös liikennettä tukevia järjestelmiä, kuten latausinfrastruktuuria.

3.5.1. Sähköajoneuvokanta, sähköauto ja latauspisteet

Sähköistä ajoneuvokantaa (jatkossa myös EV, electric vehicle) tarkasteltaessa kiinnitetään huomio useimmiten henkilöautoihin, jotka hyödyntävät tai voivat hyödyntää pääasiallisena voimanlähteenä ladattavia akkuja ja sähkömoottoria. Tällaisia autoja ovat täys-sähköautot (jatkossa myös BEV, battery electric vehicle) ja ladattavat hybridiautot (jatkossa myös PHEV, plug-in hybrid electric vehicle), joissa sähkömoottorin rinnalla on myös tavanomaisempi bensiini- tai dieselkäyttöinen polttomoottori (jatkossa myös ICE, internal combustion engine).

Trafín (2017) mukaan myös vetykaasusta sähkökemiallisessa reaktiossa käyttövoimansa tuottavat polttokennoautot luetaan usein sähköautoiksi. Polttokennoautoja ei vielä ole Suomen markkinoilla, mutta joitakin automerkkejä (esim. Toyota Mirai) on jo myynnissä Japanissa, USAssa ja Euroopassa. Polttokennoautoja ei tässä työssä ole tarkasteltu.

Suurella osalla käytössä olevissa hybridautoista on sähkömoottori polttomoottorin rinnalla, mutta ei mahdollisuutta ladata sen käyttämää sähköä sähköverkosta, vaan akut ladataan polttomoottorilla esim. bensiini- tai diesel-polttoaineista ja jarrutusenergiaa talteen ottamalla. Tällaisia hybridautoja on Suomessa huomattavasti ladattavia hybridautoja enemmän, vuoden 2016 lopussa 19 250 kappaletta. Ne eivät kuitenkaan tässä työssä ole pääasiallisen kiinnostuksen kohteena, koska ne ovat edelleen täysin riippuvaisia perinteisestä polttomoottorista. Tekstissä hybridautolla tarkoitetaan pääsääntöisesti ladattavia hybridautoja. Joissakin osioissa selkeyden vuoksi käytetään ”ladattavia hybridautoja”-termiä erottamaan ne perinteisistä hybrideistä.

Paikoitellen on haastavaa erotella esimerkiksi autoalan toimijoiden näkökulmissa, tarkoittavatko he ”sähköautoilla” myös autoja, joita tässä työssä ei pääsääntöisesti pidetä sähköautoina. Tässä työssä pyritään sähköautolla tarkoittamaan nimenomaan ladattavia täyssähköautoja. Sähköajoneuvona pidetään myös ladattavia hybridautoja, jotka pystyvät käyttämään pääasiallisena voimanlähteenään sähköä. Mahdollisten sekaannusten välttämiseksi saatetaan välillä käyttää myös termiä ”täyssähköauto”.

Sähköautoja voidaan ladata eri nopeuksilla:

- nopea lataus, jolloin 80 % akusta täyttyy noin puolessa tunnissa,
- tavallinen lataus, jolloin lataus kestää 1-6 tuntia autosta riippuen
- hidas lataus, tavallisesta pistokkeesta tapahtuva tilapäinen lataus

Tarkemmin eri lataustyypeistä, latauspistokkeista ja niiden eroista kerrotaan kappaleessa 5.3.1.

3.5.2. Ostamisen ja omistamisen verot ja omistamisen kustannukset

Ostamisen, omistamisen ja käyttämisen kustannuksia käsitellään tämän työn eri osioissa hieman eri tavoin. Verotustarkasteluun liittyen ostamiseen kohdistuvina veroina pidetään arvonnalis- ja autoverosta aiheutuvia kertymiä. Omistamisen verot ovat ajoneuvoveron perusvero ja käyttövoimaverot, jotka kohdistuvat eri käyttövoimiin eri tavoin. Verotuksesta koituvat ostamisen ja omistamisen kustannukset kertyvät huolimatta siitä, käytetäänkö autoa lainkaan. Käyttämisestä koituvia veroseuraamuksia ovat sähköstä ja polttoaineesta kertyvät verot.

Käyttäjälle koituvina omistamisen kustannuksina (total cost of ownship, jatkossa myös TCO) pidetään kaikkia auton hankinnasta, omistamisesta ja käytöstä aiheutuvia kustannuksia, joihin sisältyvät myös hintojen muodostumisessa sisällä olevat verot, mutta myös esimerkiksi rahoituskustannukset ja auton huoltoon liittyvät kustannukset. Omistamisen kustannuksia tarkastellaan tässä yhteydessä niin sanotusti kuluttajan rahapussista pois olevina kustannuksina.

3.5.3. Liikenteen päästöt

Liikenteessä syntyy monenlaisia päästöjä käytettävästä teknologiasta riippuen, kuten häkä, typenoksidia, rikkidioksidia, hiukkaspäästöjä ja kasvihuonekaasupäästöjä. Ilmaston

lämpenemistä aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e) ja niihin lasketaan hiilidioksidin lisäksi metaani ja typpioksiduuli. (Lipasto, 2017). Kasvihuonekaasupäästöistä puhutaan esimerkiksi tieliikenteen päästötavoitteiden yhteydessä

Tässä työssä liikenteen päästöillä tarkoitetaan pääsääntöisesti kasvihuoneilmiötä aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä, jotka ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e). Yksittäisen henkilöauton aiheuttamilla päästöillä tarkoitetaan enimmäkseen ajoneuvon tyyppihyväksynnän yhteydessä mitattuja ominaispäästöjä, käytännössä hiilidioksidia (CO₂). Paikoitellen päästöillä tarkoitetaan myös lähipäästöjä, mutta tämä pyritään tuomaan tekstissä esiin.

4. Tesla haastaa, EU vaatii ja ympäristöjärjestöt painostavat

Geelsin (2006) mukaan nykyisen autoteollisuuden ydinkomponentti on polttomoottori, jonka ympärille koko teollisuus on käytännön tasolla järjestäytynyt. Polttomoottori määrittää niin sanotun dominoivan designin, eli miten muut auton rakentumiseksi tarvittavat komponentit siihen liittyvät (fyysiset osat, prosessit, osaamisen tarve jne.). Ydinkomponentin vaihtaminen käynnistää samalla laajemman muutoksen systeemissä. (Geels, 2006b).

Toimialaregiimin hallitseva design on siis rakentunut polttomoottorin ympärille noin sadan vuoden ajan. Käytännössä sen ympärille alan toimijat ovat rakentaneet omat liiketoimintaverkostonsa. Autoteollisuuden nichen ja muiden ulottuvuuksien taholta kohdistuvia paineita tarkastellessa on hyödyllistä luoda aluksi lyhyt katsaus platformi-ajatteluun nykyisen toimintamallin ymmärtämiseksi.

4.1. Tuote- ja toimittajaverkosto-platformit autoteollisuuden perustana

Gawerin ja Cusumanon (2012) mukaan pääjako erilaisten platformien välillä voidaan tehdä sisäisten tai yrityskohtaisten sekä ulkoisten tai toimialan kattavien platformien kesken. Yrityskohtainen platform tarkoittaa esimerkiksi tuote-platformia tai toimittajaverkosto-platformia, joiden avulla yritys pystyy käyttämään lopputuotevalikoimansa valmistamisessa hyväkseen tuotteiden modulaarista rakennetta ja toimittajaverkostoa. Hyvä esimerkki tästä on perinteinen autoteollisuus, jossa modulaarisuuden ja massakustomoinnin ansiosta jopa samoilla resursseilla kuten komponenteilla, prosesseilla, työvoimalla ja osaamisella voidaan rakentaa eri tuoteperheitä tai varioituja asiakkaiden toiveita, kuten väri- ja varusteluvalintoja, vastaavia ”yksilöllisiä” lopputuotteita kustannustehokkaasti. Esimerkiksi Volkswagen saavutti merkittäviä säästöjä ja kasvatti tuotantovolyymeja tuottamalla samoilla platformeilla 19 eri mallia Audi, Skoda, Volkswagen ja Seat –tuotemerkeillä. (Gawer, 2009).

Yli yksittäisen tuotteen ulottuvalla Platform-ajattelulla voidaan näin ollen saavuttaa kustannussäästöjä tuotantoplatformin kiinteissä perustamiskustannuksissa, varastoinnissa ja komponenttien hinnoissa, lisätä tuotevariaatioita ja tehokkuutta, joustavoittaa tuotekehitystä ja alentaa tuotteiden tuloaikaa markkinoille. Samalla modulaarisuus ja toimittajaverkosto-platform kuitenkin mahdollistaa todennäköisesti vain inkrementaalisten innovaatioiden synnyn. (Gawer & Cusumano, 2012). Autoteollisuuden eri tuotantoplatformin välillä voi olla merkittäviäkin eroja esimerkiksi sen suhteen, kuinka paljon platformin haltija ulkoistaa tehtäviä ja pääomia muille yrityksille ja kuinka keskitetty kontrolli sillä siitä huolimatta on esimerkiksi henkilöresursseihin tai kannustimiin (Sako, 2009).

4.2. Ulkoiset toimialaa ohjaavat platformit

Ulkoisilla tai toimialan kattavilla platformeilla tarkoitetaan yhden tai useamman yrityksen luomaa eräänlaista avointa perustaa, jonka päälle useampi yritys voi tuottaa lisäinnovaatioita ja generoida näin positiivisia verkostovaikutuksia. Mitä enemmän esimerkiksi kolmansien osapuolien tuottamissa lisäpalveluissa on innovatiivisuutta, sitä enemmän ne luovat kysyntää ja arvoa platformille ja sen käyttäjille. Mitä laajempi lisäpalveluiden tarjonta on, sitä merkittävämmän esteen se luo kilpailevien platformien synnylle. (Gawer & Cusumano, 2012). Tästä hyvä esimerkki on Windows-käyttöjärjestelmän leviämisen vaikeus matkapuhelimissa: loppukäyttäjät eivät tee valintaa vain yksittäisen puhelinmallin tai laitteessa olevien palveluiden välillä vaan käyttöjärjestelmien päälle rakennettujen kolmansien osapuolien tuottamien sovellusten välillä. Esimerkiksi yhtä viime vuosien tuottavimpia mobiilipelejä, Supercellin Hay Dayta, pystyi aluksi pelaamaan vain Applen iOS-platformin päälle rakentuneessa ekosysteemissä, sittemmin peli tuli saataville myös Android-käyttöjärjestelmän laitteille, mutta Windows-laitteilla peliä ei koskaan voinut pelata (Supercell, 2015).

Tullakseen valituksi muiden toimijoiden puolesta toimialan kattavaksi platformiksi sen tulee olla välttämätön laajemmalle teknologiselle järjestelmälle ja ratkaista useiden yritysten ja käyttäjien ongelma toimialalla, siihen pitää voida liittyä helposti tai sen päälle pitää voida rakentaa eli laajentaa sen käyttötapoja ja sitä on vaikea korvata (Gawer & Cusumano, 2007). Yrityksen pitää saada muut toimijat vakuutettua ratkaisun paremmuudesta sekä kyettävä orkestroimaan muiden toimijoiden kehitystyötä tasapainoillen samalla neutraalin toimijan ja mahdollisten kilpailuasetelmien kanssa. Toiminnan logiikka muuttuu suljetusta tuote-platformista avoimeen toimiala-platformiin siirryttäessä, sillä yrityksen on mestarisuunnittelijan tai lopputuotteen määräävän roolin sijasta kyettävä ymmärtämään ydinkomponentti, ns. merkittävin tekijä modulaarisessa rakenteessa, vaikka varmaa tietoa ekosysteemin tuottamasta varsinaisesta lopputuotteesta, palvelusta tai sen käyttötavoista ei olisikaan. (Gawer & Cusumano, 2012). Ekosysteemin tuottama arvo voi olla suurempi, kuin sen yksittäisten osien summa (Cusumano & Gawer, 2002).

Useiden toimijoiden ympäristössä yksittäisen yrityksen innovaation arvo ei välttämättä konkretisoidu, jos muut yritykset eivät pysy mukana kehityksessä. Esimerkiksi Intelin tehokkaammat mikrosirut tai Microsoftin käyttöjärjestelmän parannukset eivät yksistään riitä, myös muiden tietokoneen osien on tuettava niiden parannettua toimintaa. Platformin yhteensopivuus kehittyneempien ja aiemmin kehitettyjen lisäosien kanssa on haaste. Samoin ns. platform-johtajuuden säilyttäminen. Johtajuus tässä kontekstissa tarkoittaa nimenomaan yrityksen kykyä saada aikaan toimialan kattavia synkronoituja innovaatioita. (Cusumano & Gawer, 2002).

Keskittyminen ytimeen (Coring)

Platform-johtajuuden saavuttaminen ja aseman säilyttäminen edellyttää Cusumanon ja Gawerin (2002) mukaan erityisesti neljän ulottuvuuden strategista suunnittelua eli niin kutsuttua ytimen määrittelyä (coring): toiminnan kohdistamista, teknologiavalintoja,

suhteita ulkoisiin lisäpalveluiden ja liitännäisten tuottajiin ja sisäisen toiminnan organisoitua.

Toiminnan kohdistaminen tarkoittaa ennen kaikkea rajausta sen suhteen, mitä yritys tekee itse ja kuinka riippuvaisia he ovat liitännäisosien ja lisäpalveluiden tekijöistä sekä miten ne voivat lisätä platformin houkuttelevuutta muille toimijoille. Rajaukseen vaikuttaa luonnollisesti esimerkiksi yrityksen resurssit, kuten osaaminen, taidot ja taloudelliset resurssit. Puuttuvia osaamisresursseja voidaan hankkia yritysostoilla tai kannustamalla ulkopuolisia lisäpalveluiden tuottajia esimerkiksi houkuttelemalla rahoittajia heidän tuokseen tai markkinointituella sekä ylipäättään viestimällä selkeästi oman toiminta-alueensa rajauksesta verrattuna lisäpalveluiden tuottajien rooliin. (Cusumano & Gawer, 2002).

Teknologiavalinnat tarkoittavat esimerkiksi ratkaisuja modulaarisuuden suhteen, kuinka avoimia rajapintojen pitäisi olla ja kuinka paljon tietoa platformista ja sen rajapinnoista jaetaan ulkopuolisille lisäpalveluiden tarjoajille, joista sopivassa tilanteessa voi syntyä platformin haastajia. Yrityksen on järkevä suojata ydinteknologiansa immateriaalioikeuksilla, mutta avata rajapintoja modulaarisen rakenteen mahdollistamiseksi ja olla esimerkiksi mukana luomassa toimialastandardeja rajapinnoille. (Cusumano & Gawer, 2002).

Platform-johtajan suhteet lisäpalveluiden tuottajiin pitäisi olla yhtä aikaa konsensushakuisia moduulien yhteensopivuutta edistävien määrittelyjen ja standardien kannalta mutta samalla niiden pitää kontrolloida ja vaikuttaa muihin toimijoihin seuraavien kehitystapojen ratkaisujen aikaansaamiseksi. Toisinaan tarvitaan jonkinasteista toimijoiden hereillä pitämistä esimerkiksi omia lisäpalveluita tuottamalla, mutta vieläkin oleellisempaa on luoda luottamusta siihen, että platform-johtaja toimii pidemmällä tähtäimellä yhteisen hyvän eteen tuhoamatta partnereiden liiketoimintamahdollisuuksia, kuin vain tavoittelee lyhytaikaisesti omia intressejään. (Cusumano & Gawer, 2002). Yleisesti ottaen ekosysteemin sisällä yrityksen kannattaa pyrkiä olemaan eräänlainen neutraali välittäjä (broker) (Gawer & Cusumano, 2007).

Ydintoimintoihin keskittyminen voi luoda useita myönteisiä kierteitä: platformin kysyntä kasvaa, kun lisäpalveluiden myynti kasvaa, tuotantokustannukset alenevat volyymin kasvaessa ja kysyntä kasvaa hintojen alentuessa sekä täydentävien tuotteiden ja palveluiden lisääntyessä (Gawer & Cusumano, 2007). Kiteytetysti ytimeen keskittymisen eli ”Corin-gin” peruseriaate on, että platform-johtajan tulee suojata omat tulovirtansa mutta samalla mahdollistaa täydentävien tuotteiden tarjoajien tulovirrat ja osaamisen suojaaminen (Gawer & Cusumano, 2008).

Toiminnan laajennus (Tipping)

Toinen platform-johtajaksi haluavan yrityksen menestystä edesauttava konsepti on ”tipping” – tilaisuuden luominen markkinoille platform-taisteluiden voittamiseksi ottaen huomioon sekä teknologian että liiketoiminnan ja pyrkimällä vaikuttamaan sekä kysyntään, että tarjontaan (Gawer & Cusumano, 2007). Jälleen sanan kokonaismerkityksen

kääntäminen suomeksi on hankalaa, mutta jatkossa käytetään suomenkielistä termiä ”laajennus” tai englanninkielistä termiä suomalaisittain.

Tipping-toimenpiteet liittyvät esimerkiksi myyntiin, markkinointiin, tuotekehitykseen ja koalitioiden muodostamiseen liittoutumalla muiden toimialan yritysten kanssa. Brandipääoman kasvattaminen, jakelukanavien kehittäminen ja tuotantovolyyymeihin sitoutuminen voivat lisätä merkittävästi kumppaneiden halukkuutta pysyä platform-johtajan vetämässä ekosysteemissä. (Gawer & Cusumano, 2008). Toisaalta esimerkiksi platformien avoimuusasteella saattaa olla vaikutusta siihen, kenen kanssa lisäpalveluiden toimittajat haluavat toimia (Gawer & Cusumano, 2007).

Lähtökohtaisesti platform-johtaja haluaa yleensä kasvattaa suuren markkinaosuuden nopeasti jopa saalistushinnoittelulla (Gawer & Cusumano, 2007). Hinnoittelun käyttäminen aseena saattaa kuitenkin olla platform-ympäristössä hankalampaa kuin yksittäisen tuotteen kohdalla, sillä huomioon pitää ottaa myös se, ettei tuhoa liitännäispalveluiden liiketoimintamahdollisuuksia. Toisaalta platformit voivat usein olla niin sanotusti kahdensuuntaisia markkinoita, jolloin muna-kana-ilmiöltä välttyäkseen on usein tuettava toisen osapuolen halukkuutta liittyä esimerkiksi palvelun käyttäjäksi jopa ilman maksua, jotta myös maksava osapuoli saadaan kiinnostumaan platformista. (Gawer & Cusumano, 2008).

Tarjontaan voidaan Gawerin ja Cusumanon (2007) mukaan vaikuttaa esimerkiksi palvelupaketoinnilla ja tuotteiden konvergenssilla: kun ostat Elisa TV-palvelun, saat sen television lisäksi kannettavaan tietokoneeseen tai matkapuhelimeen. Laajennus markkinoiden välillä onkin tehokas tapa laajentaa yrityksen toimintakenttää uusille markkinoille (Gawer & Cusumano, 2008).

Coring ja Tipping muodostavat yhdessä eräänlaisen ”hajoita ja hallitse”-työkalupakin platform-johtajuutta haluaville.

4.3. Sähköisen liikenteen tarkastelu platform-näkökulmasta

Yrityskohtaisia platformeja käsittelevässä osiossa sivuttiin jo hieman perinteistä autoteollisuutta, joissa tuote- ja toimittajaverkosto-platformeja on käytetty menestyksekkäästi tuotannon tehostamisessa ja massakustomoinnin mahdollistamisessa. Keskeistä näille platformeille on, että tuotantoprosessi ja lopputuote ovat viime kädessä tiukasti platformia hallinnoivan yrityksen mestaroimia. (Gawer, 2009). Perinteinen autoteollisuus on rajannut liiketoimintansa vahvasti itse lopputuotteeseen, kertakorvauksella tai leasing-sopimuksella asiakkaalle sellaisenaan myytävään kulkupeliin (Bohnsack ja muut, 2014) ja esimerkiksi kulkemista mahdollistava tankkausverkosto on muiden toimijoiden rakentama.

Sähköiseen liikenteeseen siirtyminen voi olla lähes sata vuotta inkrementaaliisin innovaatioihin tukeutuneelle ja peruseriaatteiltaan samankaltaisena pysyneelle autoteollisuudelle (Clarke, 2014) eräänlainen murroskohta. Sähköautoja voidaan polttomoottori-

teknologiaan panostaneelle autoteollisuudelle pitää jopa sen kyvykkyyttä tuhoavana innovaationa (Schierzula ja muut, 2012). Toki sähköautoja valmistavat myös perinteiset autonvalmistajat, kuten Nissan, Renault, Volkswagen, Toyota ja BMW, mutta se on houkutellut ajoneuvoteollisuuteen myös täysin uudenlaisia toimijoita.

Sähköajoneuvot ovat olleet vaihtoehtoisista käyttövoimista nimenomaan se niche, johon on ilmaantunut runsaasti myös uusia yrittäjiä, kun muiden käyttövoimien (biopolttoaine, kaasu-, vety- ja hybridi-autot) tiimoilta malleja ovat julkistaneet lähinnä perinteiset autonvalmistajat. Sähköajoneuvojen valmistajien lukumäärä nousi vuodesta 2003 vuoteen 2011 mennessä yhdestä 76:een ja niiden tarjonta vaihteli kolmipyöräisistä ajoneuvoista urheiluautoihin kuitenkin perinteisesti eniten myytyjen ajoneuvoluokkien jäädessä vähälle huomiolle. Uudet nichetoimijat ovat usein tuoneet tuotteensa nichekohderyhmälle, kun perinteiset valmistajat tavoittelevat massamarkkinoita. (Schierzula ja muut, 2012). Viime vuosina uusia valmistajia on ilmaantunut erityisesti Kiinaan (Krukowska ja muut, 2017).

Osa sähköautomarkkinoille yrittävistä toimijoista on kokonaan uusia, osa tuttuja entuudestaan muilta toimialoilta ja joilla on myös vahvaa osaamista avoimista toimiala-platformeista esimerkiksi internet- tai mobiilipäätelaitteiden ympäristöissä. Onkin mielenkiintoista pyrkiä hahmottamaan lyhyesti näiden yritysten toimintaa ja tavoitteita platform-näkökulmasta. Apuna tässä on käytetty Gawerin ja Cusumanon (2007; 2008) strategia-työkalua platform-johtajiksi haluaville, jota on sovellettu sähköisestä liikenteestä kiinnostuneihin toimijoihin (taulukko 5).

4.3.1. Tesla autoalan häirikkönä

Sähköautoista puhuttaessa on lähdettävä liikkeelle Teslasta, joka on nopealla tahdilla noussut automaailman ”häiriköksi” uutena toimijana toimialalla, sitä häiritsevillä teknologiavalinnoilla ja toimintatavoilla (Clarke, 2014) sekä toimitusjohtajansa, PayPalin perustajan kannuksensa hankkineen Elon Muskin räväkällä asenteella. Tesla esimerkiksi haluaa myydä autojaan ja niihin sopivia asusteita kuluttajille suoraan omissa myymälöissään ja verkkokaupassa joutuen samalla taistelemaan toimintamallinsa puolesta lukuisissa Yhdysvaltojen osavaltioissa, joissa autojen myynti on lain mukaan ollut sallittua vain jälleenmyyjille (Autonews, 2015). Tesla on haastanut Michiganin osavaltion oikeuteen ”anti-Tesla” -lakien laatimisesta (Tesla Motors Inc, 2016).

Markkinoille Tesla on alun perin tullut luksusluokan urheiluautosegmentissä, josta se siirtyi niin sanotun premium-luokan malleihin, eli kalliimman hintaluokan autoilla, mutta on tuonut markkinoille myös halvemman hintaluokan auton (Fowler, 2014). Viimeisimmät Teslan tuotejulkistukset ovat olleet sähkörekka ja uusi urheiluautomalli (Sippola, 2017d). Sähköautoja erilaisin kannustimin tukemassa Norjassa Tesla on ollut useampina kuukausina myydyin automerkki ja Norja on ollut Teslalle toiseksi paras markkina-alue USAn jälkeen (Rosalsky, 2014). Myös Suomessa Tesla oli vuonna 2016 ja 2017 myydyin sähköauto ensirekisteröintitilastojen perusteella (Trafi, 2017).

Sähköautojen ongelmakohtina on pidetty muun muassa akun latauskapasiteettia, mikä vaikuttaa auton toimintasäteeseen ja joka vielä lyhenee kylmässä ilmanalassa, latausverkkoston puuttumisesta, latauksen kestoa sekä polttomoottoriautoihin verrattuna kalliimpaa hintaa (Nylund, 2011). Tesla on tarttunut näihin ongelmiin ja kehittänyt muun muassa akkuteknologiaansa niin, että auton toimintasäde oli vuonna 2014 jo 400 kilometriä (Fowler, 2014), kun muilla markkinoilla olleilla sähköautoilla se tuohon aikaan oli parhaimmillaan noin puolet siitä. Uusimmalle Roadster urheiluautolle luvataan jopa 1000 kilometrin toimintasädettä (Sippola, 2017d).

Tesla ei jäänyt perinteisen autoteollisuuden tapaan odottamaan autojen yleistymisen ja muiden tahojen kiinnostuksen heräämistä latausinfrastruktuurin kehittämistä kohtaan vaan se on rakentanut yli 7000 latauspistettä kattavan verkoston, joista Suomessa sijaitsee 6 (tulossa 4). Alkuvaiheessa Tesla paketoit auton hintaan koko elinajan latauskustannukset (Tesla, 2015), minkä se on sittemmin rajannut 400 kWh:iin vuodessa (Tesla Suomi, 2017). Tesla on myös kehittänyt nopeampaa latausteknologiaa niin, että puolen tunnin latauksella voi ajaa 170 km matkan. Se on avannut myös akun vaihtoon perustuvia asemia, joilla modulaarisuutta hyödyntävä ”tankki täyttyy” vaihtamalla nopeammin kuin polttomoottoriautoilla tankaten, eli muutamassa minuutissa (Trefis Team, 2014).

Suuri osa Tesla-autojen huoltotoimenpiteistä tapahtuu mobiili- ja tietokoneympäristöistä tutumpina ohjelmistopäivityksinä ilmaitse (Over the Air, myöhemmin myös OTA), joissa autot saavat lisää ominaisuuksia ja toimintoja. Tällaisia päivityksiä ovat olleet esimerkiksi automaattiohjaus 150 km/h maksiminopeuteen asti, kaistavahti ja automaattinen hätäjarrutus ja automaattipysäköinti. Sähköautoon ei tarvitse tehdä öljyn, polttoainesuodattimien tai sytytystulppien vaihtoja ja energiaa talteen ottavan moottorijarrutuksen vuoksi myös jarrupalojen vaihto on harvinaista. Vuositarkastukset tehdään Teslan omissa toimipisteissä. (Tesla Suomi, 2017). Näin se on ohittanut myös perinteisiin automalleihin oleellisesti liittyvät huoltamot ja huoltoverkostot.

Voidaan todeta, että Tesla on toistaiseksi asemoinut itsensä taulukon 5 viitekehyksessä tuotestrategia- ja laajennus-osioon. Se on valmistanut valmiita tuotteita oman strategiansa mukaisilla ehdoilla (osin valmiista komponenteista ja keskittymällä itse akku, moottori ja kontrollijärjestelmiin) parhaan käyttäjäkokemuksen luomiseksi ja tarjonnut myös auton tarvitsemia liitännäispalveluita. Samalla se on pyrkinyt ohittamaan vakiintuneita autoteollisuuden toimitusverkoston toimijoita, kuten jälleenmyyjät ja luonut suhteita uusiin kumppaneihin, kuten latauspisteille paikan tarjoaviin yrityksiin, jotka pyrkivät myymään omia palveluitaan latauksen aikana pisteiden käyttäjille ja hyötymään Teslan brandin vetovoimasta (Etherington, 2013).

Tesla on saanut toimintatavoillaan myös perinteiset autonvalmistajat muuttamaan omia toimintamallejaan, kun esimerkiksi BMW ja Volkswagen ovat liittoutuneet rakentaakseen omaa nopean latauksen verkostoaan (Tilley, 2015). Volvo on omaksunut Teslan verkko-kauppa-logiikan ja esimerkiksi sen Teslan kilpailijaksi suunnatun Polestar-mallin voi tilata vain internetistä. Välttyäkseen Teslan oikeussalikierteeltä jälleenmyyjien taholta, auto vuokrataan kolmeksi vuodeksi, jonka jälkeen sen voi lunastaa ja huoltotoimissa he

käyttävät olemassa olevaa jälleenmyyjäverkostoaan. Teslan tavoin se aikoo myös avata galleria-tyyppisiä liikkeitä, joissa autoon voi tutustua. (Burke, 2017).

Taulukko 5. Strategiatyökalu sähköisen liikenteen uusille tulokkaille Gaweria (2009) mukaillen.

		Toimiala, joille tähtäävät	
		Ei dominoivaa platformia	Dominoiva platform
Toimialalle tulijan kyvykyys	Erikoistunut komponentti-valmistaja	Keskity ytimeen Hyökkää järjestelmäpohjaista kilpailua vastaan platformilla Virtapiste	Keskity ytimeen ja laajenna Rakenna vaihtoehtoinen koalitio ja luo liiketoimintamallit vaihtoehtoiselle ekosysteemille kokoamalla nykyisen järjestelmän vastustajat tai yritykset, jotka jätettiin aiemman platformin ekosysteemien liiketoimintamallien ulkopuolelle Google ? (perinteisesti) Apple automarkkinoilla
	Järjestelmien kokoaja tai integraattori	Älä yritä Platform-strategiaa Pysy tuotestrategiassa ja säilytä suljettu järjestelmä Perinteiset auton valmistajat	Tuotestrategia ja laajennus Aloita valmistajakohtaisella järjestelmällä/laitteella, sitten tuo täydentäviä palveluita Tesla Apple ? (perinteisesti) Virgin ?

Teslan esimerkki on herättänyt myös muita innovatiivisia vahvoja toimijoita kiinnostumaan sähköautoista. Esimerkiksi Richard Branson on ilmoittanut, että Virgin saattaisi olla kiinnostunut haastamaan Teslan ”seksikkäällä sähköautolla” (Valdes-Dapena & Crane, 2015). Nopea mahdollisuus Bransonille avautuisi esimerkiksi liittymällä suomalaisten sähköautovalmistajien huhtikuussa 2015 julkaistuun Toroidion-projektiin (Riikonen, 2015), joka ilman Bransonin kaltaista toimijaa saattaa jäädä konseptiauton tasolle, ja päättyy myymään tai lisensoimaan kehittämänsä patentit muille alan toimijoille. Tois-taiseksi Virgin on kuitenkin jäänyt kehittämään ja tuomaan sähköautojen suorituskykyä esille Formula E –sarjassa (Alexander, 2017).

4.3.2. Teslan tavoitteena polttomoottoriautojen häviäminen ja puhdas energia

Tesla ei ole jäänyt odottamaan haastajien ilmaantumista, vaan sen toiminnassa on nähtävissä toisaalta ytimeen keskittymiseen liittyviä toimia ja toisaalta laajentumiseen sekä erityisen vahvoja viestejä päästä vaikuttamaan alan standardeihin, liiketoimintamalleihin ja ylipäättään sähköautojen yleistymiseen. Automyyntinsä esteiden purkamiseksi Yhdysvalloissa Tesla keräsi taakseen koalition ajamaan valmistajan oikeutta autojen suora-myyntiin kuluttajille kooten eriskummallisen kokoelman yhdistyksiä ympäristön- ja ku-luttajansuojelujärjestöistä äärioikeistolaiseen Kochin veljesten rahoittamaan Americans for Prosperity asti (Hull, 2015; Suoramyyn-ti-koalitio, 2015). Elon Musk toimi myös presi-dentti Trumpin erikoisneuvonantajana, mutta erosi tehtävästä Trumpin päätettyä Yhdys-valtojen eroamisesta Pariisin ilmastopöytäkirjasta.

Vaikuttamisyrityksistä alan standardeihin kertoo muun muassa se, että Teslan hallituksen puheenjohtaja, Elon Musk muun muassa lupasi ladata myös kilpailijoiden sähköautot ilmaiseksi, jos valmistajat noudattavat latausmekanismeissaan Teslan Supercharger-standardeja ja tukevat Teslan toimintamallia, jossa latauskustannukset on sisällytetty auton ostohintaan sekä osallistuvat latausasemien perustamisen pääomakustannuksiin (Sakr, 2014). Vieläkin pidemmälle Musk on mennyt tehdäkseen Tesla-standardeista sähköautoalan johtavan teknologiaratkaisun antamalla Teslan omistamat 160 patenttia myös muiden valmistajien käyttöön tukeakseen sähköautojen tuotantoa lähes 100 miljoonan vuosittaisen polttomoottoriauton valmistuksen sijasta (Musk, 2014). Musk perustelee patenttien avaamista seuraavasti:

“We believe that Tesla, other companies making electric cars, and the world would all benefit from a common, rapidly-evolving technology platform.

Technology leadership is not defined by patents, which history has repeatedly shown to be small protection indeed against a determined competitor, but rather by the ability of a company to attract and motivate the world’s most talented engineers. We believe that applying the open source philosophy to our patents will strengthen rather than diminish Tesla’s position in this regard.” (Musk, 2014).

Ainakin kiinalainen autonvalmistaja Xiaopeng Motors on julkisesti ilmoittanut tarttuneensa Teslan tarjoukseen ja myyntiin on ilmestynyt hyvin paljon Teslan Model X-mallia muistuttava automalli murto-osalla alkuperäisen hinnasta ja toimintasäteestä (Riikonen, 2017b). Ainakaan toistaiseksi Tesla ei ole nostanut kanteita oikeuksiensa loukkaamisesta ”ei-vilpittömin mielin” hyväksikäytetyistä patenteista (Riikonen, 2017b). Myös muiden autonvalmistajien ilmoitukset Teslan haastamisesta markkinoille tulevilla uusilla sähköautomalleilla Tesla toivottaa ne julkisuudessa toivottanut tervetulleiksi, koska ”jokainen sähköauto vähentää liikenteessä kulkevia polttomoottoriautoja” (Burke, 2017). McDonald (2017) havaitsi, että lähes 20 automallin julkistus on uutisoitu otsikoimalla ne ”Teslan tappajiksi” (esimerkiksi Lucid Motors, Faraday Future FF91, Porsche Mission E, Audi e-tron, Mercedes EQ, BMW i5, Chevrolet Bolt, Fisker EMotion, Rimac Automobili Concept One, Jaguar i-PACE, Skoda Vision E, Volvo, Nissan LEAF, Workhorse W-15, Future Mobility, WM Motor, Singulato) ja jokaisen tulo markkinoille pikemminkin voi edesauttaa Teslan menestystä, kuten Appllelle kävi älypuhelimien yleistymisen kanssa (McDonald, 2017).

Toki yksi syy patenttien jakamisessa saattaa myös olla asiakkaiden tavoittelu Teslan akkutuohtannolle, sillä se on avannut Nevadaan 5 miljardia maksavan gigatehtaan, joka pystyy valmistamaan 500 000 akkua vuoteen 2020 mennessä (Maynard, 2014) ja on ilmoittanut avaavansa toisen tehtaansa Saksaan (Parkin, 2017). Gigatehdas-hankkeessa strategisena kumppanina toimii Panasonic, jonka kanssa yritykset ovat jakaneet investointi- ja tuotantovastuita (Tesla & Panasonic, 2014). Toisaalta myös muiden tuottajien ilmaantuminen Teslan komponenteille saattaisi auttaa ratkaisemaan Teslan haasteena olleita tuotanto-ongelmia sekä auttaa alentamaan komponenttien ja siten myös lopputuotteen hintaa.

Tesla on ryhtynyt myös valmistamaan akkuja kotitalouksille vaihtoehtoisten energialähteiden kuten aurinkoenergian varastointiin (Maynard, 2015) ja myös yrityksille, kuten maailman suurimman akun Australiaan. Näin Tesla käytännössä on määrittänyt toimenpiteillään aiempaakin vahvemmin ytimensä, akkujen valmistamisen ja puhtaasti sähkön varastoinnin, sekä pyrkimyksen laajentaa toimintaansa autoteollisuudesta myös sähköteollisuuteen luomalla vaihtoehtoisen platformin nykyisille sähköyhtiöille. Käytännössä se on ikään kuin luonut uuden kategorian tarkastelukehikkoon ”tuotestrategia ja ydinkomponentin avulla laajennus toiselle toimialalle tuotestrategialla”.

Musk itse on toiminut yhden maailman suurimman aurinkoenergiayrityksen osaomistajana ja hallituksen puheenjohtajana (Raj, 2014) ja vuonna 2016 Tesla osti SolarCityn (Tesla & SolarCity, 2016). Se myös tarjoaa aurinkoenergiaa kerääviä kattoja elinikäisellä takuulla (Tesla Suomi, 2017). Kuluttajien hankkimat aurinkopaneelit ja aurinkokatot yhdistettynä sähköä varastoihiin kotitalousakkuihin sekä sähköautojen akkuihin mahdollistaa hajautetun sähköntuotantoekosysteemin. Kuluttajien avustamana Tesla voisi luoda platformiin liittyneiden kesken itsenäisen älykkään tuotanto-kulutusverkon, jonka sisällä se pystyy tasaamaan sähkön tuotanto- ja kysyntäpiikkejä sekä myymään tätä ominaisuutta myös muille sähköverkoille (eli kahdensuuntaiset markkinat).

Perinteisesti sähköauto – latausasemat – sähköverkko –yhdistelmä ovat olleet kaikki eri toimijoiden hallussa ja sen vuoksi älykkään kommunikaatiojärjestelmän rakentaminen niiden välille ei ole onnistunut, etenkin koska auto- ja sähköyhtiöt eivät ole olleet kovin avoimia toiminnassaan. Tarvittava ICT-osaaminen tähän on kuitenkin jo olemassa. (Weiller & Neely, 2014). Lisäksi voidaan todeta, että myös sähkön tuotanto ja jakelu on jo pelkästään Suomessa lukuisten yritysten käsissä. Tarvitaan esimerkiksi palveluoperaattori, jonka asiakkaana autoilijat voivat ladata virtaa eri sähköyhtiöiden verkoissa (vrt. mobiilioperaattori eri puhelinverkoissa). Kansainväliseksi sähköisen liikenteen palveluoperaattoriksi tähtää esimerkiksi suomalainen Virtapiste. Jos aiempi pohdinta Elon Muskin todennäköisistä suunnitelmista toteutuu, hän käytännössä yhdistää älykkäiden sähköverkkojen edellyttämät kolme tärkeää elementtiä sekä toteuttaa sen puhtaaseen aurinkoenergiaan tukeutuen, jolloin voidaan puhua melkoisen merkittävästä eri platformit yhdistävästä kokonaisuudesta (eräänlainen ”platformien platform”).

4.3.3. Sähköautoilla, robottiautoilla ja käyttöliittymillä kohti avoimia liikkumisen platformeja

Google on ollut jo pitkään julkisuudessa automaattiohjauksella toimivilla Waymo-sähköautohankkeillaan (mm. Kelly, 2014; Anthony, 2014). Google on perinteisesti keskittynyt avoimien platformien suuntaan, jossa sen ytimenä on ”big datan” hallinta ja kohdennettu markkinointi, jonka ympärille se on kehittänyt uusia laajennuksia (vrt. Gawer & Cusumano, 2007). Googlella ei välttämättä ole aikeita ryhtyä laajamittaiseksi sähköautojen valmistajaksi vaan se on rakentanut prototyypin demonstroidakseen oman platforminsa (esim. karttapalvelut, android-käyttöliittymä, automaattiohjaus) suomai-
mahdollisuuksia (ns. proof of concept) auton valmistajille. Myös Nokia pyrki seuraamaan Googlen viitoit-

tamaa tietä aloittamalla Googlen tavoin teiden kuvaamisen, jotta se olisi pystynyt tarjoamaan tarvittavan platformin automaattiohjauksella toimiville kulkuneuvoille, sillä Nokian Here oli monen autonavigaatio-järjestelmän karttapalvelu (Kelly, 2015). Nokia kuitenkin päätti luopua Herestä vuonna 2015 (Baigorri, Kresge & Ewing, 2015).

Myös Applen arveltiin valmistelevan sähköauton tuloa markkinoille 2020 mennessä, kun se palkkasi muun muassa akkuvalmistajan osajia aggressiivisesti 200 hengen autotii- miinsä (Higgins, 2015; Paglieri, 2015; Huddleston, 2015). Apple on perinteisesti toiminut vahvasti tuotestrategiaan keskittyvällä asemoinnilla, jossa se on kontrolloinut kokonais- valtaisesti tuotetta sen sisältävistä ohjelmistoista käsin kosketeltavaan ja nähtävään lop- putuotteeseen asti (Wakabayashi, 2017; Gawer & Cusumano, 2008) samoin kuin Tesla, tosin Apple ei itse omista tehtaitaan. Tarkoin varjellun Titan-projektin hankkeissa ker- rottiin nimettömien lähteiden mukaan suunnitellun autoteollisuutta myllertävää tuo- tetta, jossa jopa ohjauspyörä olisi keksitty uudelleen (Wakabayashi, 2017).

Autojen valmistuksen aloittamisen vaikeudesta kertonee se, että sittemmin sekä Google että Apple ovat ilmoittaneet luopuneensa omilla brandeillaan toimivista automaattiau- toista ja siirtyneensä kehittämään teknologiaa, jonka avulla autot voivat liikkua itseoh- jautuvasti, muiden valmistamiin ajoneuvoihin (Wakabayashi, 2017). Ne ovat ilmoittaneet yhdistäneensä voimiaan perinteisten autonvalmistajien ja vuokraamojen kanssa. Myös Tesla on ilmoittanut, että se tulee mahdollistamaan kutsupalvelut myös omissa ajoneu- voissaan ja se tulee tapahtumaan vain ”yhdellä napinpainalluksella” puhelimeen asenne- tusta Tesla –sovelluksesta (Musk, 2016). Näistä toimijoista ainoastaan Teslan ajoneuvot olisivat puhtaasti sähköllä toimivia.

Googlen ja Applen lisäksi monet muutkin yritykset Piilaaksossa toimivat automaattioh- jauksen parissa tänä päivänä, esimerkiksi Cruise Automation, jonka General Motors osti syksyllä 2017. Googlen kanssa samoille markkinoille tähtäävä kuljetuspalveluja tarjoava Über on julkistanut yhteistyönsä Volvon kanssa, mutta se on sittemmin joutunut vaikeuk- siin Googlen haastettua sen oikeuteen automaattiohjaukseen liittyvien yrityssalaisuuksien käyttämisestä (Wong, & Solon, 2017). Kuten Google, myös Tesla on haastanut enti- sen työntekijänsä oikeuteen automaattiseen ohjaukseen liittyvien yrityssalaisuuksien va- rastamisesta irtisanoutumisen ja oman yrityksen perustamisen yhteydessä.

Sekä Applella että Googlella on ollut jo pitkään intressinä kytkeä autot uusina ”päätelait- teina” niiden käyttöjärjestelmään ja sitä myöden vahvistaa platformiaan ja sen ympärille rakentunutta palveluiden ekosysteemiään (OAA, 2014; Kahn, 2014). Osasyynä näiden yri- tysten kiinnostukseen sähköautoja kohtaan olikin todennäköisesti löytää laajennuksia omaan ydinliiketoimintansa kasvattamiseksi ja haastaa näin autoteollisuus yhteistyöhön sekä puolustaa omia asemiaan taistelussa johtavan käyttöliittymä-platformin osalta toisi- aan vastaan. Juuri tästä on kyse myös matkapuhelinmarkkinoilla, kun päätelaitteesta tuli käytännössä vain ”hardware”, kun taas käyttöliittymä sekä siihen liit- tyviä palveluita tarjoava ekosysteemi ovat ratkaisevassa asemassa, kun kuluttajat tekevät valintojaan, mitkä palvelut ovat heille houkuttelevimpia. Perinteinen autoteollisuus val- mistautuu tälläkin rintamalla vastaavaan viivytystaisteluun, mihin Nokia joutui huoli-

matta siitä, että sen ydinkyvvykkyys markkinajohtajana oli nimenomaan toimitusverkon hallinta. Renault Nissan Mitsubishi-allianssin johtaja Carlos, Ghosn onkin todennut yrityksen pyrkivän pitämään kontrollin tuotteistaan omissa käsissään:

“At this point we want to figure out how we can get the most up-to-date technology without losing control of the content within our systems. If we lose that, the car becomes just hardware, and somebody else is going to develop all the apps. So we need to be very prudent and make sure that no matter what gets put into the car, we maintain control of our product.” Carlos, Ghosn, Nissan-Renault-Mitsubishi. (Ignatius, 2016).

Oman ilmoituksensa mukaan maailman suurimmaksi autonvalmistajaksi vuonna 2017 noussut Renault Nissan Mitsubishi on liittoutunut muun muassa Windowsin kanssa pitääkseen auton käyttöliittymän ja siihen liittyvät pilvipalvelut omassa hallinnassaan. Se aikoo tuoda ilmaitse kaikkiin myymiinsä autoihin päivitettävät palvelut vaiheittain vuodesta 2018 alkaen ja tarjoaa tätä platformia myös kolmansien osapuolten tuottamille palveluille. Liittouman internetsivuilla kutsutaan autojen sähköistymistä, tietoverkkoihin kytkeytyneitä autoja ja itseohjautuvuutta ”disruptive triangle-termillä. Robottiautoteknologiaa se kehittää japanilaisen DeNA -yrityksen kanssa. (Alliance-2022, 2017).

Kuten aiemmissa luvuissa on tuotu ilmi niin Teslan autot ovat olleet kytkeytyneitä internetiin alusta alkaen ja suuri osa auton ylläpitotöistä tapahtuu ilmaitse. Se toi myös ensimmäiset auton itseohjautumisominaisuudet autoihinsa päivityspakettina ilmaitse jo vuonna 2015.

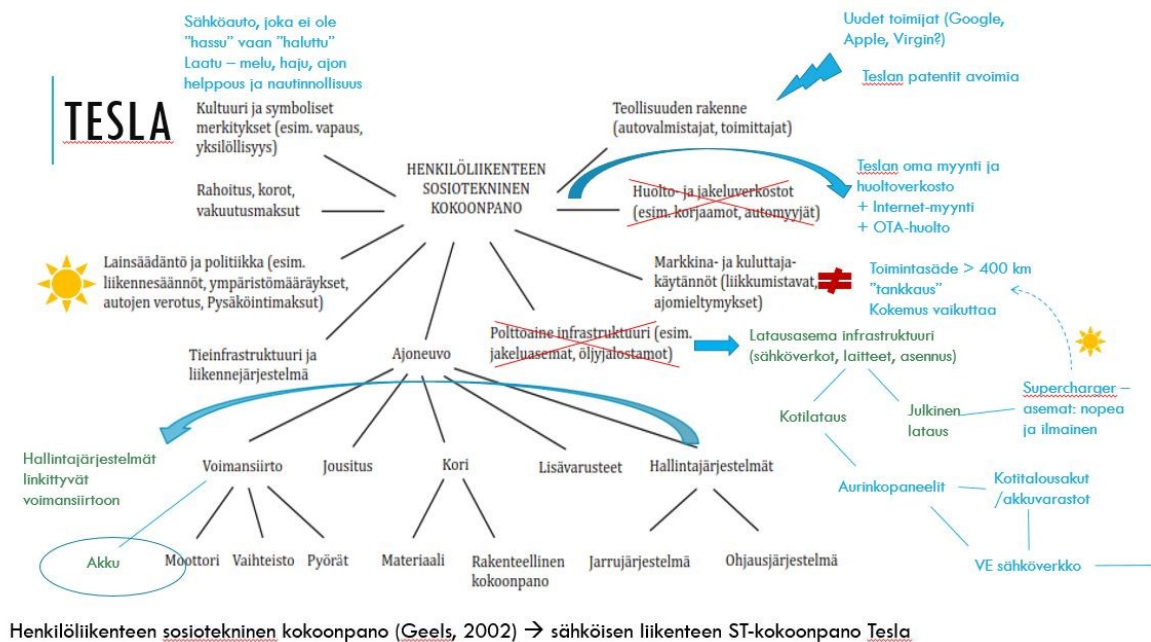
4.4. Pohdintaa uusien haastajien uhasta toimialan perusrakenteille

Autoala on perinteisesti ollut vahva tuote- ja toimitusverkosto-platformien hyödyntäjä, jonka toiminnan ytimen, polttomoottorin, ympärille koko toiminta on rakentunut. Sen muodostamasta toimintamallista on rakentunut ikään kuin suojamuri uusien yrittäjien markkinoille tuloa vastaan esimerkiksi tuotantolinjojen suurten käynnistyskustannusten muodossa.

Tuotannon siirtyessä sähköautoon, ei kuitenkaan riitä, että polttomoottori vain korvataan sähkömoottorilla ja muuten toiminta voisi jatkua, kuten ennen. Sähköauton ydin ei itse asiassa edes ole sähkömoottori, vaan pikemminkin akku, joka määrittää pitkälle auton toiminnalliset mahdollisuudet ja miten auto rakentuu. On hyvin mahdollista, että Teslan toistaiseksi ylivoimaiset ominaisuudet muihin sähköautoihin verrattuna, on johtunut siitä, että se on niin sanotusti voinut ratkaista auton kokoonpanon kokonaan alusta ilman, että sen on tarvinnut poisoppia vuosikymmenien aikana hankitusta osaamisesta.

Edellisissä luvuissa tehty Teslan toiminnan tarkastelu osoitti, että sen pyrkiessä markkinoille ja luomaan sähköisen liikenteen dominoivan mallin, sen on tarvinnut pyrkiä muuttamaan henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa huomattavasti laajemmin, kuin vain tuottamalla uuden ajoneuvovaihtoehdon (kuvio Kuvio 11). Tämä voi johtua siitä, että se on uusi toimija alalla, jolloin esimerkiksi pitkät suhteet perinteisiin autonvalmistajiin omaavat jälleenmyyjät olisivat voineet toimia ikään kuin portinvartijoina siinä, pääseekö auto ylipäätään myyntiin ja kuinka kiinnostavana se asiakkaille esitellään. Toinen

näkemyks on, että Teslalla on erilainen tulkinta siitä, missä liiketoiminnassa se on mukana, kuin perinteisillä autonvalmistajilla.



Kuvio 11. Tesla on muokannut henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa omien tavoitteidensa mukaiseksi.

Sähköautojen myötä toimialalle on ilmaantunut uusia toimijoita, joilla on taustallaan vahva kokemus esimerkiksi internet- ja mobiiliympäristössä toimivista perinteistä autoalaa avoimemmista platformeista ja ekosysteemien muodostumisesta. Ne ovat jo tässä vaiheessa haastaneet autoalalla hallitsevia käytäntöjä ja pakottaneet myös perinteisiä autonvalmistajia muuttamaan aiempaa tapaansa toimia.

Muilta toimialoilta siirtyvät taloudellisesti vahvat toimijat, kuten Apple, voivat sijoittaa tuotekehitykseen merkittäviä summia rahaa, jopa ostaa lupaavia yrityksiä markkinoilta (Riikonen, 2016) sekä hyödyntää markkinoinnissa vahvaa brandiaan ja jo olemassa olevaa uskollista asiakaskuntaa. Omaan toimintaansa laajennuksia hakevat toimijat voivat vaikuttaa autoalan ja sen ympärille rakentuvien palveluiden kehitykseen radikaalilla tavalla. Esimerkiksi avoimiin platformeihin keskittyvälle Googlelle ei välttämättä automyynti ole lopulta se tärkein asia, kuten perinteisillä autovalmistajilla, joten se voi kehittää täysin uudenlaisia liiketoimintamalleja itseohjautuvien autojen ympärille, mitkä voivat perustua esimerkiksi palveluihin ja autojen yhteiskäyttöön niiden omistamisen sijasta. Tai jopa pikemminkin: esimerkiksi Google ja muut uudet toimijat voivat tarjota omat platforminsa ja valmiita komponentteja, joita hyväksikäyttäen ekosysteemin muut toimijat voivat näitä uudenlaisia palveluita rakentaa.

Robottiautojen ympärille rakentuvat liikkumisen palvelut eivät välttämättä edellytä ajoneuvokannan moottorien sähköistymistä, mutta voivat kuitenkin osaltaan vaikuttaa ajoneuvojen lukumäärään, ruuhkautumiseen ja liikenteen aiheuttamien päästöjen määrään.

Teslan esimerkki on viitoittanut monille toimijoille tietä ja mallia siitä, kuinka sähköisen liikenteen ympärille rakentuvat platformit voivat lopulta olla kovin paljon muutakin,

kuin vain kulkuvälineen tuottamiseksi rakennettu tuotantoympäristö ja siihen liittyvä toimitusverkosto.

Vakiintuneet toimijat ovat seuranneet Teslan toimia ja pyrkineet vastaamaan niihin. Volvo on aloittanut autojen nettimyynnin, BMW ja muut liittoutuneet nopeiden lataus- asemien rakentamiseksi ja useat markkinoille tuodut automallit on suunnattu kilpailemaan suoraan Teslan kanssa. Näin Tesla on asettanut tason, jota muut seuraavat.

Teslan taloudellisista ongelmista on raportoitu koko sen olemassaolon ajan. Vaikka Tesla kaatuisikin, niin sen tärkein merkitys on ollut siinä, että se on osoittanut päättäjille, että sähköautot voivat olla kuluttajia kiinnostavia ja muna-kana-ilmiön vaikeimmat haasteet, kuten auton toimintasäde ja latausmahdollisuudet, ovat ratkaistavissa.

Platform-viitekehyksen tuominen mukaan tarkasteluun auttoi jäsentämään liikenteeseen liittyvää murrosta. Henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpano puolestaan auttoi koomaan yhteen kuvaan, miten haastaja on pyrkinyt murtamaan vallitsevan toimintamallin tavan toimia.

4.5. Toimintaympäristön muutoksia EU-tasolla

Toimintaympäristön muutokset, jotka varmasti eniten kohdistuvat autoliikenteeseen ovat kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuva ilmastonmuutos, öljyn rajallisuus ja monien kaupunkien ilmanlaadun heikkeneminen. Tässä ja myös alaluvussa 4.6. toimintaympäristön muutoksia tarkastellaan erityisesti siitä näkökulmasta, minkälaisina tavoitteina ja keinoina (regiimin horjuttaminen tai nichen kannustaminen) ne ilmentyvät. Myöhemmin vastaava tarkastelu tullaan tekemään myös kansallisella tasolla Suomessa luvussa 5.

4.5.1. Euroopan Unionin tavoitteita päästöille ja sähköiselle liikenteelle

Kasvihuonekaasupäästöt jaotellaan päästökaupan piiriin (esimerkiksi energian tuotanto) ja päästökaupan ulkopuolisiin (esimerkiksi liikenne) päästöihin. Päästökauppaan kuulumattomien (jatkossa myös ”ei-päästökauppa”) päästöjen tasoa EU on säädellyt jäsenmailleen erisuuruuksiksi määritellyillä taakanjako-osuuksilla.

Kioton ja Pariisin ilmastositomusten pohjalta EU on asettanut merkittävät kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet jäsenmailleen: vuoteen 2020 mennessä päästöjä tulee vähentää 30 prosenttia, vuoteen 2030 mennessä 40 prosenttia ja vuoteen 2050 mennessä 80-95 % vuoden 1990 tasosta (taulukko 6). Päästökauppaan kuulumattomia päästöjä, kuten liikenteen päästöjä, EU-tasolla tulee vähentää 30 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Näiden osalta Suomelle on määritetty taakanjako-osuudeksi 39 %:n vähennysvelvoite vuoden 2005 tasosta, mikä on jäsenmaista toiseksi suurin. (EUCO 169/14; EY 406/2009; COM 482/2016).

EU on myös asettanut tavoitteet uusiutuvan energian käytön lisäämiselle sekä energiatehokkuuden parantamiselle (20 %:n parannus vuoteen 2020 ja 27 % vuoteen 2030 mennessä). (EUCO 169/14; EY 406/2009). Tässä tavoitteena on paitsi päästöjen niin myös öljyriippuvuuden vähentäminen.

Taulukko 6. EU:n asettamia tavoitteita kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamiseksi.

EU:n tavoitteita	2020	2030	2050
Kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoite	Vähintään -20 % vuoden 2010 tasosta, -30 % vuoden 1990 tasosta (Suomen taakanjako-osuus -16 % vuoden 2005 tasosta).	Vähintään -40 % vuoden 1990 tasosta (sitova tavoite). Ei-päästökaupan (esim. liikenne) tavoite -30 % vuoden 2005 tasosta. Suomen taakanjako-osuus -39 % vuoden 2005 tasosta ⁵ .	80-95 % vähennys vuoden 1990 tasosta. Liikenne vähintään -60% ⁷
Uusiutuvan energian käytön lisääminen	Vähintään +20 % vuoden 2010 tasosta (osuus 20 %:a energian loppukulutuksesta ⁶). Liikennesektorin velvoite 10 % ⁵	Vähintään +27 % vuoden 1990 tasosta (sitova tavoite) (osuus 27 %:a energian loppukulutuksesta ⁶)	
Energiatehokkuuden parantaminen	Vähintään +20 % vuoden 2010 tasosta	Vähintään +27 % vuoden 1990 tasosta (ohjeellinen tavoite)	
Latausinfrastruktuurin rakentaminen	Julkisia latauspisteitä vähintään 1/10 sähköautoa kohden (ottaen huomioon myös autotyyppi, lausteknologia ja käytettävissä olevat yksityiset latauspisteet)		
Uusilta autoilta vaaditut keskimääräiset päästöt	Valmistajakohtainen uusien autojen keskimääräinen päästötaso 95 g/100 km (vasta vuosi 2021)	-30% vähennys vuoden 2021 tasosta, eli 66,5 g/100km (-15% vähennys vuoteen 2025 mennessä, eli 80,75 g/100km)	

Lähteet: LVM 33/2014, Tilastokeskus, Eu-Lex ⁵) COM 482/2016, ⁶) Tilastokeskus, 7) COM 501/2016, COM 144/2011

Liikenteessä käytettävien polttoaineiden osalta EU:n strategiassa on linjattu sähkön osuudeksi 2,4 –4,5 %:n tavoitteen vuonna 2030 ja biopolttoaineiden osuudeksi 6-7% liikenteen energiatarpeesta. Liikennesektorin tulisi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään viidesosalla (18-19 % perusskenaariossa) vuoden 2005 tasosta. (COM 501/2016).

4.5.2. Keinoina vaatimuksia, sanktioita ja kannusteita valmistajille

Ajoneuvovalmistajille asetetut vaatimukset kohdistuvat valmistajakohtaisesti sen vuoden aikana valmistamien ajoneuvojen keskitasoon. Alle 50 CO₂g/km päästöisille autoille on annettu eri vuosina eri suuruisia kertoimia ja valmistajat ovat voineet muodostaa yrittäjäryhmittymiä tavoitteiden saavuttamiseksi. Vuoden 2012 raja-arvoksi oli asetettu 130 CO₂g/km, mutta valmistajille myönnettiin lisäaikaa sen tavoittamiseksi vuoteen 2015 asti. Vuonna 2021 raja-arvo on 95 CO₂g/km ja sen jälkeen niiden pitää alentua 15 % vuoteen 2025 ja 30 % vuoteen 2030 mennessä. Valmistajille on määrätty myös sanktiot, jos valmistajakohtaiset tavoitekeskiarvot eivät täyty, esimerkiksi vuonna 2019 se on 95 euroa ylitettyä päästögrammaa kohden jokaisesta valmistetusta autosta. (Motiva, 2017). Valmistajien mahdollisten sanktioiden suuruutta vuoden 2021 tavoitteiden täyttämättä jättämisestä on pyritty arvioimaan ennalta ja on arveltu niiden vaihtelevan Daimlerin 120 miljoonasta Volkswagenin 1,3 miljardiin. Valmistajat saavat hyvitystä nollapäästöisistä autoista ja se voi olla yksi syy, miksi valmistajat ovat ilmoittaneet ryhtyvänsä tuotta-

maan sähköautoja. (Riikonen, 2017a). Pakotteita nollapäästöisten autojen rakentamiseksi ei kuitenkaan ole luotu, sillä autoteollisuus vastustaa niitä teknologianeutraalisuuteen vedoten (Keating, 2017). Suomi ajoi EU-puitteissa tiukkoja vaatimuksia valmistajille, koska se olisi auttanut myös Suomea pääsemään päästötavoitteisiin helpommin (Koistinen, 2017; IS, 2017f).

Paikallisille, eli terveydelle haitalliseksi luokitelluille, päästöille on määritetty omat raja-arvonsa, joita auto ei saa ylittää. Hengitysilmaa pilaavia päästöjä ovat esimerkiksi typen oksidit, hiukkaspäästöt, häkä ja hiilivedyt. Alun perin dieselautoille kohdistettu Euro 6 standardin mukainen hiukkaspäästöraja koskee myös bensiiniautoja syyskuun alusta 2017 alkaen. (Motiva, 2017).

EU-tasolla erityistä huolta on aiheuttanut Kiinan vahva nousu sähköajoneuvomarkkinoilla. Kiinassa valmistetaan 400:a erilaista sähköajoneuvoa, kun EU:ssa valmistetaan kuutta (Krukowska ja muut, 2017). Vähäpäästöisen liikkuvuuden strategiassa tuodaan esiin, että EU:ssa on eniten polttomoottorien kehittämiseen tähtääviä patentteja, mutta vaihtoehtoista energiaa koskevia patentteja haetaan enemmän muualla maailmassa, joissa myös vähäpäästöisten ajoneuvojen markkinat kasvavat nopeammin kuin EU:ssa. Vähäpäästöisen liikkuvuuden strategiassa todetaan suoraan: *”EU:lla ei yksinkertaisesti ole varaa siihen, että uusien teknologioiden innovointi ja kehittäminen (ja niihin liittyvien työpaikkojen luonti) tapahtuu pääasiassa unionin ulkopuolella”*. (COM 501/2016, s.11).

EU:n puitteissa valmistellaankin mahdollisia kannusteita sähköisten ajoneuvojen valmistamiseen eurooppalaisen autoteollisuuden pitämiseksi mukana sähköautokilpailussa maailmanlaajuisista. Kannusteena toimivat esimerkiksi sähköautoista saatavat krediitit, joilla voi kompensoida tiukennettuja päästövaatimuksia. EU on varannut 800 miljoonaa myös latausverkoston rakentamisen tukemiseen. (Krukowska, 2017).

Standardointihankkeita sähköiseen liikenteeseen liittyen

Yksi keskeinen keino uusien teknologioiden markkinoiden kehittämisessä on standardointi. Esimerkiksi EU-tasolla on standardoitu sähköautojen latauksessa käytettävä latauspistoke.

Vähäpäästöisen liikkuvuuden strategiassa visioidaan liikenne- ja energiajärjestelmien yhdistämistä. Perinteisesti on pidetty tärkeänä älykkäiden sähköverkkojen hyödyntämistä autojen latauksessa, mutta vision mukaan ajoneuvojen akuista voisi tulla erottamaton osa sähköjärjestelmää, joista tarvittaessa voidaan myös ottaa energiaa sähköverkkoon. (COM 501/2016). Sähköautot voisivat näin toimia kysyntäpiikkien tasaajana, mikä on tärkeää energiasektorin investointitarpeen kannalta.

Komissio pyrkii varmistamaan esimerkiksi standardeja luomalla siihen, että seuraavan sukupolven sähköautot ja älykkäät verkot olisivat täysin yhteensopivia. Muita standardoimishankkeita EU:lla on meneillään muun muassa induktiolataukselle, akuille sekä moottoripyörien ja bussien latausjärjestelmille. (COM 501/2016).

Autojen tyyppihyväksynnässä käytetyn päästömittaustavan muutos

Yksi tärkeä keino päästötasojen alentamisen tavoittelemisessa ovat standardit, joihin autojen päästöjen mittaaminen perustuu. EU on päättänyt uusia autojen tyyppihyväksynnässä käytetyn mittaustandardin NEDC-mallista (New European Driving Cycle) erilaiset käyttötilanteet ja nopeudet paremmin huomioivaan WLTP-testimalliin (Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure). Perusteena muutokselle on mainittu olleen esimerkiksi kuluttajien luottamuksen palauttaminen päästömittauksia kohtaan (EU 501/2017).

Siirtymäaika alkoi syyskuussa 2017 uusien markkinoille tulevien automallien tyyppihyväksynnän osalta ja vuoden 2018 syyskuusta lähtien kaikissa uusissa autoissa tulee olla WLTP-malliin perustuvat päästötiedot, jotka muunnetaan myös NEDC-arvoiksi laskennallisesti. Vuodesta 2019 alkaen uusien autojen päästöarvot tulee ilmoittaa WLTP-mittauksen mukaisina arvoina kuluttajille. (EU 2017/948)

Pääsääntöisesti uudet WLTP-mittausten päästöarvot tulevat olemaan korkeammat, kuin NEDC-mittauksin saadut arvot (EU 2017/948), Motivan arvion mukaan 20-30 prosenttia (Motiva, 2017). Edelleen testit suoritetaan kuitenkin laboratorio-olosuhteissa, joten ne eivät välttämättä vastaa todellisessa käytössä koituvia päästöjä ja energian kulu- tusta, joihin vaikuttaa esimerkiksi kuljettajan ajotapa, sääolosuhteet ja maasto. Ajoneuvojen hiilidioksidipäästöt ovat suoraan suhteessa niiden käyttämään polttoaineen määrään. (WLTP facts.Eu, 2017).

EU ottaa ensimmäisenä tahona käyttöön myös WLTP-laboratoriotestejä täydentävät RDE-testit (Real Driving Emissions), jotka suoritetaan oikeissa ajosuhteissa liikenteessä. Niiden tarkoituksena on mitata terveysvaikutuksia aiheuttavia ilmansaasteita liikenne- olosuhteissa. (WLTP facts.Eu, 2017).

EU:n suositus jäsenmailleen on, että ne sopeuttaisivat hiilidioksidipäästöihin perustuvaa verotusta niin, että verotus olisi oikeudenmukaista siirtymäajan aikana eri mittaustan- dardeilla tehtyjen mittausten välillä ja että mittaustavan muutoksesta aiheutuvat päästö- tasojen nousut eivät lisäisi kuluttajien kustannuksia. (WLTP facts.Eu, 2017).

Vuodelle 2021 autonvalmistajille asetettu tavoite vähentää valmistamiensa autojen kes- kimääräiset päästöt tasolle 95g/km on määritelty vanhan NEDC-mittaustavan mukaan, joten ne myös arvioidaan edelleen NEDC:n mukaisilla CO₂ arvoilla, kun automallien WLTP arvot muunnetaan NEDC-arvoiksi simulointiohjelman tai uusien kiristettyjen NEDC-mittausten avulla. (WLTP facts.Eu, 2017).

4.6. Eri maiden Kannusteita nicheille ja regiimin horjuttamista

4.6.1. Norjan malli kannustaa nicheä

Norja on sähköautoilun mallimaa, jossa jo lähes kolmasosa ajoneuvoista kulkee sähköllä (liite 5). Se on määrätietoisten poliittisten päätösten ja hyvinkin avokätisten ja monipuo-

listen kannustimien ansiota. Parhaimmillaan Norjan hankintatuet (vapautus arvonnalisäverosta ja rekisteröintimaksusta) yltyvät tukemaan sähköauton hankintaa jopa 50 prosentilla sen normaalista hankintahinnasta. Kyselytutkimuksessa, johon vastasi yli 3405 sähköauton hankkinutta henkilöä, yli 80 prosenttia piti hankinnan tukemista veronalennuksilla tärkeimpänä kannustimena omassa hankintapäätöksessään. Puolet arvosti vuosittaisen ajoneuvoveron alennusta sekä vapautusta tietulleista. Tietulleilla oli erityisesti joillakin tietyillä alueilla suuri merkitys. Vapaata pysäköintiä, oikeutta käyttää bussikaistoja ja vapaita lauttamatkoja vähemmän vastaajat pitivät tärkeänä latausinfrastruktuurin olemassaoloa. (Bjerkman ja muut, 2016). Tämä johtunee siitä, että IEA:n (2017) mukaan norjalaiset pääsääntöisesti lataavat autot kotonaan ja käyttävät harvoin julkisia latauspisteitä, harvimminkin nopean latauksen pisteitä (liite 6).

EU-maissa sähköautoja tuetaan monin eri keinoin. Yleisimpiä ovat verohuojennukset tai rahalliset kannustimet. European Automobile Manufacturers Association (jatkossa ACEA) on koonnut eri EU-maissa käytössä olevat kannustimet interaktiiviseen karttapalveluun. Palvelun tietojen perusteella verohuojennuksista esimerkkejä ovat alennukset rekisteröintiverosta (vertaa Suomen autovero). Joissakin maissa, kuten Unkarissa, Alankomaissa, Portugalissa rekisteröintimaksua ei tarvitse maksaa lainkaan nollapäästöisiltä ajoneuvoilta. Täyssähköautojen vapautuksen lisäksi Kreikassa, Romaniassa rekisteröintimaksua ei makseta myöskään hybridiautoista, Portugalissa Hybridiautoista saa alennuksen. (ACEA, 2017).

Täyssähköautosta ei tarvitse maksaa ajoneuvoveroa Portugalissa, Unkarissa ja Itävallassa ja Slovakiassa. Kreikassa ja Tanskassa pienet sähköautot on vapautettu siitä. Iso-Britannia puolestaan on vapauttanut sähköautojen lisäksi muutkin alle 100 g/km päästävät autot ajoneuvoverosta. Myös ajallisesti rajoitettuja ajoneuvoveron poistoja on käytetty keinoina, esimerkiksi Saksa tarjoaa vapautuksen vuotuisesta ajoneuvoveroverosta kymmenen ensimmäisen vuoden ajaksi ensirekisteröinnistä, Ruotsi ja Italia viiden vuoden ajan. (ACEA, 2017).

Tukia sähköautojen hankintaan tarjoavat esimerkiksi Iso-Britannia, maksimissaan 5000 puntaa, ja Ranska maksimissaan 6300 euroa bonus-malus -järjestelmän kautta, jossa suuripäästöisten autojen haittaverolla jaetaan kannusteita pienipäästöisten ostajille. (ACEA, 2017). Kaikkiaan Ranskassa voi saada jopa 10 000 euroa tukea täyssähköauton hankintaan, jos samalla romuttaa vanhan dieselauton. Ruotsissa täyssähköautojen hankintaa tuetaan 40 000 kruunulla ja ladattavien hybridien hankintaa 20 000:lla. Saksassa täyssähköauton hankintaa tuetaan 4000 eurolla ja lataushybridejä 3000 eurolla, kunhan auto maksaa alle 60 000 euroa. (HE 156/2017).

Vuonna 2016 Saksassa hyväksyttiin miljardin euron edistämishjelma sähköautoille, jossa 600 miljoonaa on varattu sähköautojen hankintatukeen, 100 miljoonaa sähköautojen hankintaan valtiolle ja 300 miljoonaa latausverkon rakentamiseen (HE 156/2017).

Yhdysvallat

Yhdysvalloissa liittovaltio tukee sähköautojen hankintaa jopa 7500 dollaria autoa kohden ja jotkut osavaltiot myöntävät myös omia tukia hankintaan. Valmistajakohtainen raja

on 200 000 autoa. Yhdeksässä osavaltiossa on käytössä myös ZEV-mandaatti, mikä velvoittaa valmistajat valmistamaan tietyn osuuden nollapäästöisiä autoja. (IEA, 2017).

Kiina

Kiina on noussut sähköautojen kannalta kiinnostavimmaksi markkina-alueeksi ohittaessaan Yhdysvallat sähköautojen määrässä vuoden 2016 aikana. Se on tukenut niin sähköautojen hankintaa kuin tuotantoakin. Tukea sähköauton hankintaan saa jopa 8700 dollaria ja vapautuksia vuosittain perityistä veroista ja maksuista. (IEA, 2017). Kiina on myös asettanut sitovia tavoitteita tuotannolle, joiden mukaan uusista autoista 10 prosenttia pitää olla sähköautoja vuonna 2019, 12 prosenttia vuonna 2020 ja 7,5 miljoonaa ajoneuvoa vuodessa siitä eteenpäin. (Krukowskaja ja muut, 2017).

4.6.2. Iso-Britannia ja Ranska horjuttavat regiimiä myyntikielloilla

Norja on edelläkävijä myös tavoitteissa lopettaa perinteisten polttomoottoriautojen myynnin. Sen suunnitelmissa on, että Norjassa myytäisiin vain täyssähkö- ja ladattavia hybridautoja vuoden 2025 jälkeen (Chrisafis & Vaughan, 2017).

EU-maista Ranska ilmoitti ensimmäisenä kieltävänsä uusien bensiini- ja dieselautojen myynnin vuoteen 2040 mennessä (Chrisafis & Vaughan, 2017).

Iso-Britanniassa ympäristöjärjestö ClientEarth haastoi hallituksen oikeuteen liian vähäisten toimenpiteiden vuoksi EU:n asetusten ylittävien ilmansaastepitoisuuksien, erityisesti dieselautojen tuottamien typpidioksidipäästöjen (NO₂) vähentämiseksi. Iso-Britanniassa on arvioitu NO₂-päästöjen ja muiden ilmansaasteiden aiheuttavan 40 000 ihmisen ennenaikaisen kuoleman vuosittain. Hallituksen hävittyä kaksi oikeudenkäyntiä ja Ranskan ilmoituksen jälkeen, myös Iso-Britannia ilmoitti kieltävänsä uusien bensiini- ja dieselautojen myynnin vuoden 2040 jälkeen. (Asthana & Taylor, 2017).

Nousevista markkina-alueista esimerkiksi Intia on ilmoittanut tähtäävänsä siihen, että kaikki uudet henkilöautot olisivat sähköisiä vuoteen 2030 mennessä. (Krukowskaja ja muut, 2017).

4.7. Dominoefektejä autoteollisuudessa

Kansainvälisen kehityksen tarkastelun alussa luotiin katsaus nicheinnovaatioiden taholta polttomoottoriin perustuvan perinteiseen autoteollisuuteen kohdistuvista paineista (luvut 4.1-4.4).

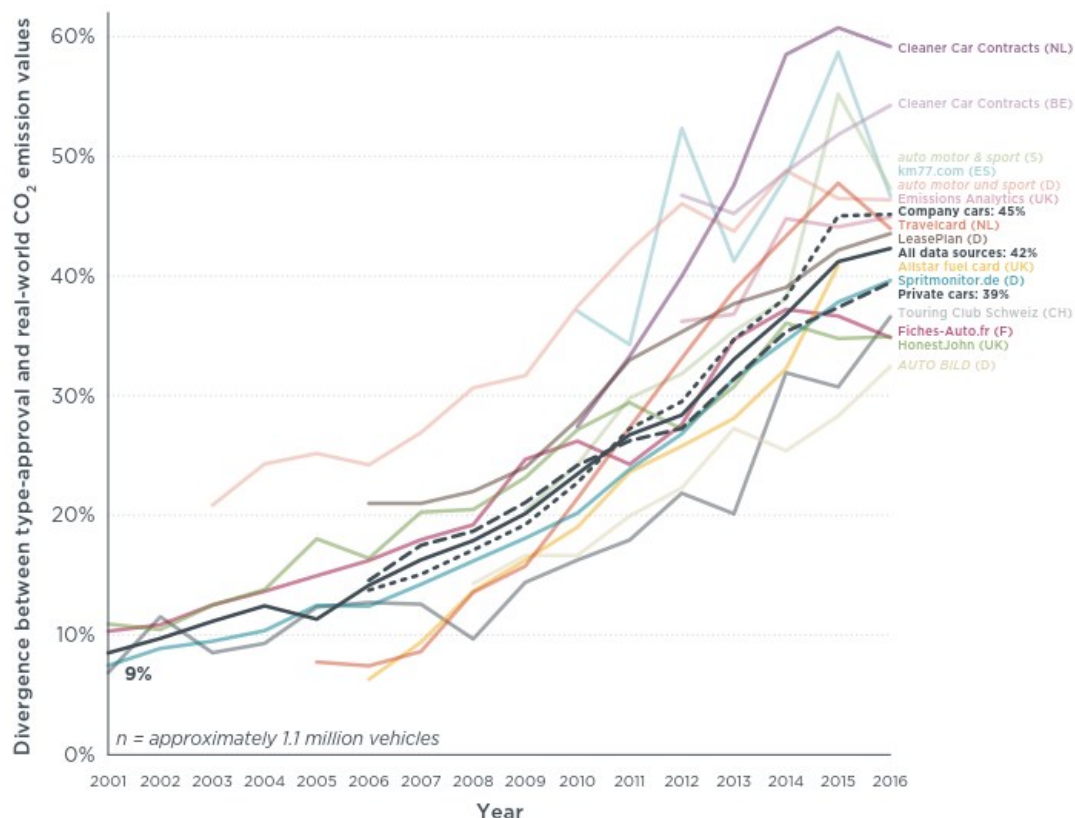
Toimintaympäristön taholta autoteollisuuteen on kohdistunut ja kohdistuu myös tulevaisuudessa yhä tiukkenuvia vaatimuksia alentaa ajoneuvoista koituvia päästöjä, kuten lukujen 4.5 ja 4.6 tarkastelussa tuli ilmi. Polttomoottoriautojen kuluttama polttoaineen määrä on suoraan verrannollinen niiden aiheuttamiin hiilidioksidipäästöihin. Tyyppihyväksyntätestien perusteella autojen polttoaineen kulutus ja siten myös ominaispäästötasot ovat laskeneet lähes lineaarisesti kohti niille asetettuja tavoitteita, kuten myöhemmin

luvussa 5.3.2 myös Suomessa ensirekisteröityjen autojen päästötasojen tarkastelussa tul-
laan havaitsemaan. Todellisuudessa päästötavoitteiden saavuttaminen polttomoottoriau-
toilla ei ehkä olekaan aivan niin vaivatonta, kuin miltä se on ensirekisteröintitilastojen
mukaan näyttänyt.

Seuraavissa alaluvuissa luodaan näkymää polttomoottoriregiimiin muiden toimijoiden
taholta luoduista ulkopuolisista sekä perinteisten autonvalmistajien keskuudessa sisältä-
päin nousseisiin paineisiin.

4.7.1. Ympäristöjärjestön valppaus paljasti ”päästöskandaalin”

Ympäristöjärjestö ICCT on jo pitkään seurannut autojen tyyppihyväksyntätietojen omi-
naispäästöjen sekä oikeassa käytössä mitattujen kulutus- ja päästötietojen eroja. Annet-
tujen tietojen ja käytössä mitattujen tietojen välinen ero on kasvanut samalla kun omi-
naispäästötasot ovat alentuneet. ICCT on koostanut useassa maassa käytännön ajon yh-
teydessä tehdyistä kulutustietotutkimuksista yhteenvetoraportteja useampana vuotena.
Viimeisimmän raportin mukaan vuonna 2016 ero tyyppihyväksyntätietojen ja todellisessa
käytössä kerättyjen käyttötietojen perusteella oli keskimäärin 42 % (kuvio 12), kun se
vuonna 2001 mittausten alkaessa oli noin 9%. Todelliseen käyttöön perustuvia tietoja oli
kerätty yli miljoonasta ajoneuvosta kahdeksassa eri maassa. 14 eri tietolähteestä kerätty
tieto sisältää kuluttajakäytössä, yrityskäytössä sekä testitilanteissa tuotettua tietoa.



Kuvio 12. Yli miljoonasta autosta kerättyjen todellisten kulutustietojen ja tyyppihyväk-
synnässä ilmoitettujen tietojen välisen eron kehittyminen vuodesta 2001 vuoteen 2016
mennessä. Lähde: ICCT White paper, 2017, s. 46 (Tietge ja muut, 2017).

Yhdysvalloissa on tiukemmat päästörajat lähipäästöille kuin Euroopassa. ICCT päätti käytännössä tutkia yhdessä West Virginian yliopiston kanssa dieselien ympäristöystävällisyyttä. Koeajolle San Diegosta Seattleen valittiin Volkswagenin (VW) kaksi dieselmallia ja yksi BMW. Tulokset osoittivat, että Volkswagen Jetta ylitti lain sallitut typpipäästöt 15-35 kertaisesti, vaikka Californian Air Resource Boardin (CARB) laboratoriotestit auto oli läpäissyt sujuvasti. (Nieuwenhuis, 2015). ICCT toimitti tulokset Yhdysvaltojen ympäristövirasto EPA:lle, jonka tutkimuksissa selvisi, että Volkswagenin dieselmootoreihin oli asennettu tietokoneohjelma, joka tunnisti testitilanteen ja alkoi rajoittaa päästöjä. Ohjelma löytyi useammasta Volkswagen -konsernin automallista, Volkswagenien lisäksi Audi A3:sta. (Visnic, 2015). Myöhemmin paljastui, että sama Audin jo vuonna 1999 kehittämä ohjelmisto oli käytössä myös konsernin muissa malleissa, kuten Skodassa, Seatissa ja Porschessa ja se koskee yhteensä noin 11 miljoonaa autoa (Reuters, 2016). Autojen määrä vielä lisääntyi, kun paljastui, että ohjelmistoa oli käytetty myöskin VW:n pienimootoristen bensiiniautojen hiilidioksidipäästöjen manipuloinnissa (Telegraph, 2015). Forbesin tutkijaryhmä Trefis Team totesi, että Volkswagenin kiinnijäämisestä käynnistyi dominoefekti (Trefis Team, 2015a) ja kuinka päästökandaaliin ajautuneen Volkswagenin sähköautomallin julkistukset tulivat ”juuri oikeaan aikaan” (Trefis Team, 2015b).

Myös muut valmistajat esimerkiksi Ford, Hyundai ja Kia ovat jääneet kiinni tai tunnustaneet huijanneensa päästömittauksissa (Tutt, 2016). Japanilainen Mitsubishi Motors myönsi itse manipuloineensa 700 000 tuhannen auton moottoria, joista valtaosa oli tuotettu Nissanin autoihin. (Farrell, 2016).

Päästökandaaliksi tai dieselgateksi nimetty tapahtuma jatkuu edelleen. Fiat Chrysler sai tammikuussa 2017 EPA:lta vastaavan kirjeen, kuin Volkswagen puolitoista vuotta aiemmin, jossa todettiin sen valmistamien Dodge Ramien ja Jeep Grand Cherokeen testeissä käynnistyvän huijausohjelmiston (EPA, 2017). Kesäkuussa 2017 Saksa oli havainnut huijausta myös Audin luksusmalleissa A7 ja A8 päästöttestauksissa. Se oli ensimmäinen kerta, kun Audin huijaukset nostettiin esiin sen kotimaassa. (Cremer & Wacket, 2017). Dieselgate 2:n jälkeen seurasivat EU:n ja Saksan viranomaisten kartelliepäilyt, joiden mukaan Volkswagen, BMW, Porsche, Audi ja Mercedes-Benzin omistava Daimler olisivat sallaneet keskenään muun muassa autojensa dieselteknologiasta ja päästöistä jo 1990-luvulta alkaen (Sippola, 2017c).

Ero todellisen kulutuksen ja tyyppihyväksyntätestien välillä johtuu siis osin löyhistä mitausstandardeista, joita esimerkiksi EU on päättänyt muuttaa, kuten luvussa 4.5.2 kuvattiin. Päästökandaali on kuitenkin seurausta testien luvattomasta manipuloinnista, joista yritykset joutuvat maksamaan korvauksia. On perusteltua sanoa, että päästötavoitteiden saavuttaminen polttomootoriautoilla on osoittautunut hyvin haasteelliseksi.

4.7.2. Perinteisten autonvalmistajien innostus sähköautoihin

Perinteisistä autonvalmistajista Renault Nissan Mitsubishi –allianssi on selkeimmin pyrkinyt hyödyntämään aikaisen liikkeelle lähtijän asemaa ja valtaamaan sähköautomarkkinoita jo vuonna 2010 markkinoille tuodulla Nissan Leafillaan. Teslan saamasta julkisuushuomiosta huolimatta Nissan Leaf on internetsivustonsa mukaan tähän mennessä myydyin yksittäinen sähköautomalli (270 000 kpl) globaalisti. Renault Nissan Mitsubishi allianssi on oman ilmoituksensa mukaan myynyt lokakuun 2017 loppuun mennessä lähes 520 000 sähköajoneuvoa eri brandeillaan ja vuonna 2022 kolmasosa sen kaikista myymistä autoista tulee olemaan sähköistettyjä malleja (Alliance-2022, 2017).

Luvussa 4.7.1 Kuvatun päästökandaalin jälkeen vajaan kuukauden kuluttua Volkswagen ilmoitti tuovansa markkinoille 20 uutta hybridi- tai täyssähköautomallia valikoimaansa kuuluvilla brandeilla, kuten Audi, Volkswagen ja Porsche, ennen vuosikymmenen loppua (Sippola, 2015).

Dominoefekti eri autonvalmistajien ilmoituksissa sähköautomallien tuonnissa markkinoille on vaihtunut ilmoituksiin koko tuotantolinjan, eli kaikkien mallien sähköistämisestä. Ensimmäisenä Volvo ilmoitti, että sen kaikki automallit vuoden 2019 jälkeen tulevat olemaan täyssähköautoja tai hybridimalleja ja että se aikoo myydä niitä miljoona kappaletta vuoteen 2025 mennessä (Kurzewski, 2017a). Volvo sai pian seuraajia esimerkiksi Jaguar Land Roverista, joka ilmoitti tekevänsä saman vuoteen 2020 mennessä (Kurzewski, 2017b) sekä suuresta autonvalmistaja General Motorsista, jonka tavoite sijoittuu 20 uuden automallin kera vuoteen 2023. GM:n käyttövoimat tulevaisuudessa ovat täyssähkö, hybridi ja vetypolttokenno. (Olsen & Kurzewski, 2017). Myös Ford ja Mazda ovat ilmoittaneet sähköistävänsä automallinsa (Olsen, 2017).

On kuitenkin hyvä muistaa, että perinteiset autonvalmistajat tarkoittavat malliensa sähköistämisellä ensisijaisesti hybridiautojen valmistusta ja pienemmässä mittakaavassa täyssähköautojen tai edes ladattavien hybridimallien valmistusta. Polttomoottori tulee todennäköisesti säilymään perinteisten autonvalmistajien malleissa myös tulevaisuudessa. (Kurzewski, 2017b).

Kansainvälisesti pääajureina autotoimijoiden ilmoitusten taustalla on nähty olevan analyttikkojen mukaan akkukustannusten alentumiskehitys ja valtioiden toimenpiteet bensiini- ja dieselautojen kieltämiseksi, sähköisen liikenteen suosio päättäjien keskuudessa (Olsen & Kurzewski, 2017), polttoaineiden käytön ja päästöjen vähentämistoimet, teollisuuden keskinäinen kilpailu, yritys vaikuttaa markkinoiden tarjonnan kehittymiseen, sähköisen liikenteen infrastruktuurin lisääntyminen, synergia ajoneuvojen itseohjautuvuuden ja muiden elektroniikkaan perustuvien ominaisuuksien lisääntyminen (Kurzewski, 2017b).

EU-tasolla tärkein syy voi olla niinkin yksinkertainen kuin kustannusten minimoiminen: yritykset tuottavat sähköautoja jopa tappiolla välttyäkseen maksamasta sanktioita, joita niille asetettujen päästörajojen ylittämisestä on määrätty (Riikonen, 2017c).

4.7.3. Ympäristöjärjestön näkemys sähköisten autojen myynnin kehittämisestä

Puhtaan liikenteen puolesta kampanjoivan kansalaisjärjestön Transport & Environmentin (2017) tekemän seurannan mukaan autonvalmistajat eivät ole onnistuneet saavuttamaan vuodelle 2016 itselleen asettamia myyntitavoitteitaan (liite 7). Tämä johtuu tehdyn selvityksen mukaan siitä, että malleja on edelleen melko vähän markkinoilla (20 verrattuna 417 polttomoottoriautomalliin), saatavuudesta ja vähistä markkinointitoimenpiteistä (liite 8). Keskimäärin autojen markkinointiin käyttämästään rahasta autonvalmistajat kohdistivat 2,1 % täyssähköautojen ja 1,6 % ladattavien hybridiautojen markkinointiin. (Transport & Environment, 2017).

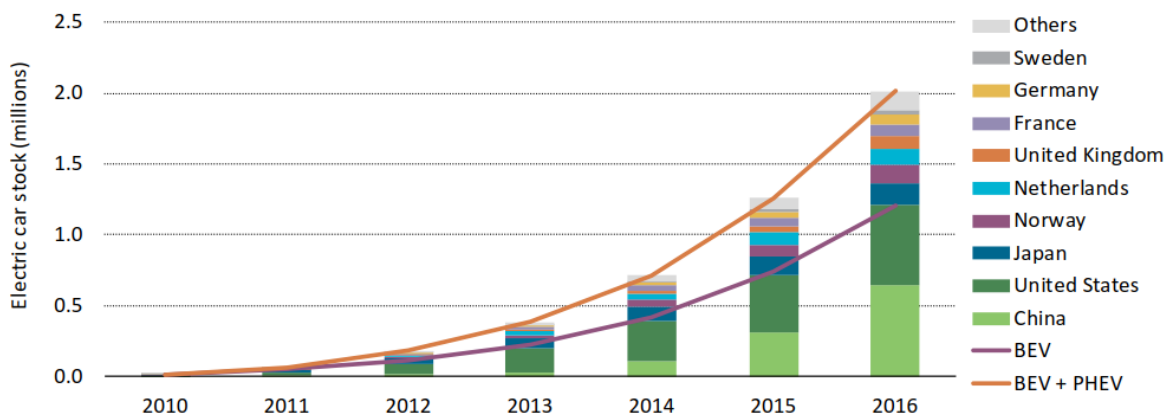
Tutkimus oli tehty vertailemalla kuudessa maassa (Saksa, Ranska, Iso-Britannia, Espanja, Italia ja Norja) 63 autobrandin käyttämää markkinointibudjettia perinteisiin ajoneuvoihin, hybridiautoja (HEV), ladattavia hybridiautoja (PHEV) ja täyssähköautoja. Alueellisia ja mallikohtaisia eroja oli, kuten liitteestä 8 ilmenee. Vaikka sähköautojen markkinointiin ei juurikaan muualla käytetty rahaa, niin esimerkiksi Norjassa BMW käytti 24 % ja Daimler 14 % budjetistaan markkinoidakseen täyssähköautojaan ja Renault kuusi kertaa enemmän rahaa (49% budjetista) kuin muissa tutkituissa maissa. (Transport & Environment, 2017).

Mitsubishi erottui muista yrityksistä selkeästi käyttämällä 22 % markkinointibudjetistaan ladattavien hybridien markkinointiin. Huomionarvoista oli, että esimerkiksi Toyota ei käyttänyt tutkituissa maissa lainkaan rahaa PHEV markkinointiin, vaikka käyttää 67 % koko markkinointibudjetistaan HEV markkinointiin. Ford ja Peugeot-Citroen eivät panostaneet lainkaan nollapäästöisten tai PHEV markkinointiin. Myöskään Opel Amperaa (Bolt) ei markkinoitu lainkaan ja toimitusajat olivat huomattavan pitkiä. Erityisesti 2010 alkaneen vuosikymmenen alkupuolella useat valmistajat ilmoittivat lopettavansa tai luopuvansa joidenkin jo julkistamiensa sähköautomallien tuotannon. (Transport & Environment, 2017).

Transport & Environmentin (2017) johtopäätöksenä oli, että autonvalmistajat pikeminkin seuraavat sähköautomarkkinan kehittymistä kuin haluavat luoda sitä itse.

4.7.4. Sähköautomarkkinan globaali kehitys

Tässä alaluvussa tarkastellaan, miltä sähköautojen tilanne näyttää kansainvälisesti lukujen valossa. Tarkastelu perustuu enimmäkseen kansainvälisen energijärjestö (IEA) julkaisemaan vuoden 2017 EV Outlookiin (IEA, 2017), McKinsey & Companyn (Hertzke ja muut, 2017) katsaukseen sekä Bloombergin (Curry, 2017) ennusteisiin. EV Outlookin mukaan sähköautoja myytiin vuonna 2016 yli 750 000 kappaletta. Yhteismäärältään täyssähköautojen ja ladattavien hybridien maailmanlaajuinen lukumäärä nousee kahteen miljoonaan (kuvio 13).



Kuvio 13. Sähköautojen ja ladattavien hybridien määrän kehittyminen vuodesta 2010 vuoteen 2016 maailmanlaajuisesti (Lähde: IEA, 2017, s.5).

Kappalemäärältään suurimmaksi sähköautojen markkina-alueeksi nousi Kiina (350 000 myytyä autoa) ohittaen Yhdysvallat (160 000 kpl) niiden ollessa selkeästi tärkeimmät markkina-alueet erityisesti täyssähköautoille (BEV). Kiinassa sähköautojen myynti kasvoi 69%, Yhdysvalloissa 37 % ja Euroopassa vain 7 %. (Liite 9). Kiinan sähköautomäärän nousua selittää niiden laaja tukipolitiikka, mutta myöskin eri markkinoista laajin tarjonta. Kiinassa oli tarjolla 75 erilaista sähköautomallia. Kiina investoi voimakkaasti myös latausasemainfrastruktuuriin ja vuoden 2016 lopussa siellä oli 107 000 julkisen lataus- aseman verkosto. (Hertzke ja muut, 2017).

Kiinan ja Yhdysvaltojen lisäksi myös Norjassa, Japanissa ja Ranskassa myytiin liitteen 10 mukaan täyssähköautoja enemmän kuin ladattavia hybridejä (PHEV), Saksassa PHEV:a myytiin hieman enemmän ja Iso-Britanniassa, Alankomaissa ja Ruotsissa valtaosa täyssähköautoihin verrattuna. (IEA, 2017).

Vuonna 2016 tuotettiin 873 000 sähköautoa. Sähköautojen suurin tuottajamaa vuonna 2016 oli Kiina 43 prosentin osuudellaan. Toiseksi suurin oli Saksa (23%) ja kolmanneksi suurin Yhdysvallat (17%). (Hertzke ja muut, 2017). Kaikkiaan maailmanlaajuinen henkilöautojen tuotanto kasvoi 5,5 % ja kappalemääräisesti henkilöautoja tehtiin 77,7 miljoonaa vuonna 2016 (liite 12). Suurin autonvalmistajamaa on Kiina, jossa tehtiin noin 23 miljoonaa autoa, toiseksi suurin valmistusalue on Eurooppa alle 19 miljoonalla autolla ja kolmas Yhdysvallat 14 miljoonalla autolla. (ACEA, 2017b).

IEA:n mukaan taloudelliset kannustimet sähköautojen ostajille ovat tarpeellisia omistamisen kustannusten (total cost of ownership, TCO) erojen tasoittamiseksi sähköautojen ja bensiiniautojen välillä, kunnes merkittävän osan auton hinnasta muodostavien akkujen hintataso putoaa lisääntyneen myynnin, tuotannon volyyymien kasvamisen ja oppimisen ansiosta (IEA, 2017).

Sähköautojen myynnin kasvun oletetaan vauhdittuvan erityisesti akkujen hintakehityksen tullessa riittävän alhaiselle tasolle. Bloombergin ennusteen mukaan akkujen hintake-

hityks näyttäisi johtavan tilanteeseen, jossa joidenkin sähköautojen ja polttomoottoriautojen hinnat olisivat samalla tasolla vuonna 2025 ja suuremmassa määrin vuoteen 2030 mennessä. Se näkyisi sähköautomyyntin vauhdittumisena entisestään (liite 11).

Bloombergin (2017) ennusteiden mukaan akkujen hinnat tulevat kehittymään niin, että mahdollisesti jo vuoden 2025 jälkeen joidenkin sähköautojen tuotanto tulee polttomoottoriautoa halvemmaksi. Vuonna 2017 akkujen hinta oli Bloombergin laskelmien (2017) mukaan 162 \$/kWh ja sen arvioidaan putoavan 74 \$/kWh vuoteen 2030 mennessä. Hinnan alentumiseen ovat vaikuttaneet muun muassa ylisuuret odotukset tuotannon määristä, jonka vuoksi akkutehtaat ovat joutuneet kilpailemaan hinnoilla tuotantonsa myymiseksi. Akkujen hintakehitys vuodesta 2010 vuoteen 2016 asti on esitetty liitteessä 13 ja sen mukaan ne ovat pudonneet jo neljäsosaan vuonna 2016 vuoden 2010 tasosta. Tulevaisuuden odotukset akkumarkkinoilla ovat kuitenkin suuret ja akkujen tuotantokapasiteetin odotetaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2021 mennessä. (Curry, 2017). Liitteessä 14 on esitetty IEA:n tulkinta, miten akkujen hintojen tullessa edullisemmiksi myös niiden suorituskyky on kasvanut ja tulee kasvamaan entisestään (IEA, 2017).

4.8. Pohdintaa mahdollisuuksien ikkunan avoimuudesta kansainvälisellä tasolla

Aiemmissa luvuissa tehty tarkastelu osoitti, että autoteollisuuden on kohdistunut paineita useilta tahoilta päästöjen vähentämiseksi ja sähköautojen tuomiseksi markkinoille. Ulkoisia paineita on ilmennyt niin nichestä, toimintaympäristöstä kuin regiimin tasolta, eli nykyisen toimintamallin tasolle kuuluvien muiden toimijoiden, kuten kansalais- ja ympäristöjärjestöjen taholta. Tiukentuneet päästövaatimukset ja erityisesti ilmitulleesta päästötestien huijaamisesta johtuva julkinen epäluottamus on vähentänyt mahdollisuutta tarjota edelleen ratkaisuksi pelkkää polttomoottorin inkrementaalista kehitystä. Myös autoteollisuusregiimin sisältä paineita ovat aiheuttaneet muut autonvalmistajat ilmoittaessaan uusien sähköautomallien tuomisesta markkinoille ja autotarjontansa sähköistämisestä. Monitasoperspektiivin mukaisesti eri ulottuvuuksilla olevat paineet ovat niin sanotusti yhtäaikaaisesti linjassa keskenään ja vaikuttavat monilta osilta samaan suuntaan, minkä ansiosta mahdollisuuksien ikkuna voisi hyvinkin olla avoinna sähköiselle liikenteelle.

Nichetoimijoista erityisesti Tesla on pyrkinyt luomaan dominoivan designin sähköiseen liikenteeseen. Se on pyrkinyt vaikuttamaan henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanon muutokseen monin eri tavoin (kuviot 11). Tässä se on kohdannut voimakasta vastustusta nykyisen toimintamallin eri toimijoilta. Regiimi on puolustautunut esimerkiksi ajamalla "anti-Tesla" lakeja USA:ssa, mikä on johtanut siihen, että Teslan on ollut vaikea myydä ja huoltaa autojaan joissakin osavaltioissa. Toisaalta jotkut perinteiset autonvalmistajat ovat omaksuneet Teslan tapoja toimia, tai kopioineet Teslan määrittämiä toiminnallisuuksia, mitkä ovat vaikuttaneet sähköisen henkilöliikenteen sosiotekniseen kokoonpanoon suotuisasti. Esimerkiksi nopeat latauspisteet voivat lisätä sähköautojen houkuttelevuutta, mikä taas omalta osaltaan voi alentaa hintoja ja johtaa positiivisen kehityksen sykliin sähköisen liikenteen kannalta. Tesla on onnistunut määrittämään niin

sanotusti uuden standardin sille, mitä sähköautoilta odotetaan. Uusia markkinoille tulevia malleja verrataan Teslaan ja sen ominaisuuksiin, kuten toimintasäteeseen ja muotoiluun.

Voidaankin sanoa, että luvussa 2.8. esitetyistä muutospoluista Tesla on valinnut polttomootoritekniikan korvaantumiseen tähtäävän muutospolun, kun perinteiset autonvalmistajat ovat yrittäneet pysyä mukautuvalla muutospolulla tai korkeintaan uudelleenjärjestelemään sähkömoottorin polttomoottorin rinnalle. Lukkiutuminen polttomootoritekniikkaan on ajanut ne turvautumaan jopa huijauksiin ominaispäästötesteissä ja muodostamaan kartelleja polkuriippuvuuden jatkumiseksi.

Perinteisiin autonvalmistajiin verrattuna, Teslalla voidaan sanoa olevan erilainen normatiivinen tulkinta siitä, missä liiketoiminnassa se on mukana (vrt. tarkasteluikkunat luvussa 3). Pelkän autonvalmistuksen, eli autotuotteen sijasta se tarjoaa käyttäjille kestävämpää ja tulevaisuuteen suuntautunutta elämäntapaa. Aurinkoenergian tuotantoa ja sähköön varastointia tukevat tuotteet antavat käyttäjille mahdollisuuden vallitsevista ulkoisista rakenteista riippumattomaan itsenäisyyteen. Robottitekniikka ja autojen verkottuneet käyttöliittymät voivat tarjota tulevaisuudessa auton omistajille mahdollisuuden jakaa omistamisen kustannuksia auton muiden käyttäjien kanssa ja toisaalta omistamattomille päästä mukaan Tesla-yhteisöön jakamistalouden avulla. (Musk, 2016).

Toimintaympäristön ilmentyminä tarkasteltiin EU-tason tavoitteita ja keinoja, joita eri maissa on käytetty joko nykyisen toimintamallin horjuttamiseksi tai nichen tukemiseksi. Nicheä on kannustettu monin eri tavoin esimerkiksi verotuksen keinoin tai erilaisilla tukijärjestelmillä. Yhteenvetona voidaan todeta, että mitä runsaammat, monipuolisemmat, selkeämmin kohdennetut ja pitkäjänteisemmät kannustimet sähköautoille on kohdennettu, sitä suurempi on niiden penetraatio kyseisessä maassa. Tukien kohdentamisella näyttäisi pintapuolisella tarkastelulla olevan myöskin merkitystä siihen, kehittykö maahan ladattaviin hybrideihin vai sähköautoihin painottuva autokanta. Regiimin horjuttamiskeinoina ovat tiukentuneiden päästövaatimusten lisäksi nousseet esiin ilmoitukset bensiini- ja dieselautojen kieltämisestä. Useissa maissa ne ajoittuvat kuitenkin melko pitkälle tulevaisuuteen, joten sähköautojen tai esimerkiksi jakamistalouteen tai MaaS-konsepteihin perustuvien nichejen suotuisan kehityksen jatkuessa markkinat ovat voineet ratkaista asian jo ennen sitä.

Julkisuudessa olleiden sähköautojulkistusten valossa näyttäisi, että myös perinteiset autonvalmistajat ovat valinneet sähköön tulevaisuuden käyttövoimaksi. Perinteiset autonvalmistajat eivät pääsääntöisesti ole kuitenkaan toimineet kovin aktiivisesti ja aloitteellisesti sähköautomarkkinan kiihdyttämiseksi, vaan niiden toiminta on pikemminkin ollut reagoivaa ja omien asemien suojaamista, niin sanotusti ”varalla oloa”. Vielä lienee turhan aikaista arvioida sitä, voisiko perinteinen autoteollisuus yhä edelleen turvautua vain Penan ja Geelsin (2015a) esiintuomiin symbolisiin tekoihin, joita se käytti välttyäkseen nollapäästöisen ajoneuvojen rakentamisvelvoitteilta liittyen 1990-luvun yritykseen saada sähköautoja liikenteeseen. Käytännössä ”symboliset teot” tarkoittaisivat autonvalmistajien pitäytymistä toiminnassaan lupauksissa, konseptiautoissa, yliampuissa ennusteissa,

pienissä tuotantosarjoissa, pitkissä toimitusajoissa ja minimaalisissa markkinointiponnisteluissa. Toisaalta Transport & Environmentin (2017) selvitys kertoi autoteollisuuden toimineen juuri näin. Vaikka esimerkiksi EU päätti kiristää päästövaatimuksia yhä edelleen vuoden 2021 jälkeenkin merkittävästi, niin se ei asettanut autonvalmistajille velvoitteita nollapäästöisten autojen rakentamiseksi, kuten esimerkiksi USA:ssa useat osavaltiot ovat tehneet. On silti vaikea nähdä tämän hetkisen sähköautoille myönteisen julkisuuden vuoksi, että autonvalmistajat voisivat enää vetäytyä sähköautomarkkinoilta heti, jos ulkopuolinen paine sitä kohtaan hellittää esimerkiksi yhteiskunnassa tapahtuvien yllättävien tapahtumien vuoksi. Jotta näin ei pääsisi käymään, on oleellista, että autonvalmistajille asetetuista päästövaatimuksista pidetään kiinni.

Autoteollisuudessa usko polttomoottorin tulevaisuuteen ja kehitysmahdollisuuksiin on edelleen vahva. Sähkösäätömoottorin nähdään toimivan polttomoottorin rinnalla pikemminkin avustamassa päästöjen alentamisessa. Siksi perinteinen autoteollisuus tarkoittanee lupauksissaan tarjontansa sähköistämisestä pikemminkin sen hybridistymistä. Hybridit eivät välttämättä ole edes ladattavia, jolloin pääsääntöisenä energianlähteenä toimisi jatkossakin auton tankkiin tankattava polttoaine. Se voi pitkittää siirtymää kohti sähköisen henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa.

Perinteinen autoteollisuus voi kuitenkin hylätä polttomoottorin, jos sen tuotantokustannukset nousevat korkeammaksi päästövaatimusten edellyttämien teknisten ratkaisuiden vuoksi kuin sähköauton. Sähköauton tuotantokustannuksista merkittävä osuus johtuu sen akustosta, mutta akkujen hintatason ennustetaan laskevan hyvinkin nopeasti. Bloombergin ennusteiden mukaan jo vuoden 2025 jälkeen jotkut sähköautot saattaisivat olla polttomoottoriautoa edullisempia.

Pelkistetyt johtopäätökset tehtyyn tarkasteluun ja pohdintaan liittyen voidaan viedä kyllä (K) tai ei (E) vastauksina luvussa 3.3. esiteltyyn mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden arviointikehikkoon (taulukko 7). Kehikkoa tulkitaan niin, että mitä enemmän mahdollistavissa ja edistävissä tekijöissä on K vastauksia ja puuttuvissa tai estävissä tekijöissä on E vastauksia, sitä todennäköisempää mahdollisuuksien ikkunan avoimuus on.

Taulukko 7. Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden arviointi kansainvälisellä tasolla.

Aikaikkunan avoimuus ?	Mahdollistavia / edistäviä tekijöitä		Puuttuvia / estäviä Tekijöitä	
Toimintaympäristö (landscape) yhteiskunnallinen / globaali kehitys, trendit, asenneilmasto, talous, poliittiset päätökset/tavoitteet	Toimintaympäristön muutokset: Muutosten tulkinta realisoituu poliittisiksi tavoitteiksi ja keinoiksi: Paineet ja/tai tuki muutoksen katalysaattoreina.	K K K	Tulkinta toimintaympäristön muutoksesta puutteellinen: politiikan tavoitteet ja/tai keinot eivät tue muutosta. "Annetaan markkinoiden ratkaista"-kehityspolku.	E E E
Nykytilanne / nykyinen Toimintamalli (regiimi) Tämän hetkinen todellisuus, olemassa olevat rakenteet, säännöt, tavat, toimijat	Toimintamallin ongelmat, joihin tarvitaan uusia ratkaisuja. Inkrementaalinen kehitys ei riitä. Toimialan keskinäinen kilpailu laukaisee dominoefektin. Kuluttajat haluavat valita toisin.	K K K K	Regiimin lukkiutuminen nykyisiin toimintamalleihin. Kuluttaja ei halua tai hänellä ei ole realistista mahdollisuutta vaihtoehtoon.	K/E E/K
Niche – Innovaatiot Uudet ideat, innovaatiot ja ilmiöt, jotka vaikuttavat Kehitys, joka ei vielä valtavirtaa	Riittävän kehittynyt niche, joka pystyy tarjoamaan vaihtoehdon. Ratkaisuja näköpiirissä, jolla puutteet ratkaistaan.	K K	Vaihtoehto ei riittävän kiinnostava tai houkutteleva / todellisuudessa mahdollinen. Puutteet liian suuria.	E/K E

Näyttäisi siis perustellulta vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen "Onko mahdollisuuksien toimintaikkuna avautunut sähköiselle liikenteelle ja miksi?": Kyllä.

Mikä siis on toisin? Aiemminkin autoteollisuuteen on kohdistunut toimintaympäristön paine ympäristöystävällisempien autojen saamiseksi markkinoille, mutta ei riittävän vahvaa nicheä. Verbongin ja Geelsin (2010) mukaan molempien tahojen luomaa pakottavuutta toimintamalliin ja myös sen sisältä nousevia paineita tarvitaan ajoituksen ollessa oikea, jotta siirtymä tapahtuisi. Tesla täytti vahvan nicheinnovaattorin tehtävän ja erityisesti Kiinan ottama vahva rooli sähköisen liikenteen markkinoiden valtaamiseksi ovat olleet ratkaisevia. Ympäristöjärjestöjen painostuksesta ja regulaattorin toiminnan seurauksena päästöskandaaleissa luottamus polttomoottoreiden, erityisesti dieselin kykyyn vastata vaatimuksiin on kärsinyt suuren kolauksen.

Myös autoalan sisäinen dominoefekti näyttäisi julkisuuden perusteella käynnistyneen. Vaarana kuitenkin on, että autoteollisuuden lupaukset sähköautojen valmistamisesta jäävät symbolisiksi teoiksi, jos esimerkiksi niille asetetuista keskimääräisistä päästötavoitteiden ylittämisestä asetetuista sanktioista luovutaan tai niitä lievennetään EU:n toimesta. Parasta mahdollista katetta tavoitteleville autonvalmistajille sähköautojen tuottaminen vaikka hieman tappiollisemmin saattaa olla kustannustehokkaampaa, kuin maksaa sanktioita.

5. Toimintaympäristön konkretisoituminen tavoitteiksi ja keinoiksi Suomessa

Tässä luvussa siirretään mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelu Suomeen. Se tehdään valitun viitekehyksen eri ulottuvuuksilla, kuten luvussa neljä tehtiin kansainvälisellä tasolla. Pääpaino kansallisen tason alaluvuissa on kuitenkin toimintaympäristöstä tulevien nicheä tukevien ja regiimiä horjuttavien keinojen tarkastelussa. Kansallisen tason keinojen arvioinnissa on käytetty hyödyksi erilaisia tutkijan tekemiä laskelmia.

Politiikan asettamat muodolliset säännöt ja kommunikoidut tavoitteet toimivat eräänlaisena tulkkina toimintaympäristön muutosten ja regiimin /nichen välillä. Luvun tarkoitus on tarkastella, minkälaisiksi päätöksiksi ja tavoitteiksi toimintaympäristön vaatimukset ovat konkretisoituneet. Lisäksi tarkastellaan, minkälaisia keinoja tavoitteisiin pääsemiseksi on käytetty ja ovatko ne toimineet.

5.1. Tulkinta toimintaympäristön muutoksesta

Henkilöliikenteen sosiotekniseen kokoonpanoon paineita kohdistavien toimintaympäristön muutosten voidaan nähdä kansallisella tasolla muodostuvan syklittäisesti monen eri tason kautta. Esimerkiksi perimmäisenä juurisyynä voidaan nähdä olevan ilmastonmuutos, jonka on havaittu johtuvan kasvihuoneilmiötä aiheuttavista hiilidioksidipäästöistä, joita esimerkiksi öljyn polttamisesta aiheutuu. Kansainvälisesti eri maat ovat sopineet hiilidioksidipäästöjen rajoittamisesta ja vähentämisestä esimerkiksi Kioton (hyväksytty 1997, voimaan 2005) ja Pariisin (2015, voimaan 2016) sopimuksilla Yhdistyneiden kansakuntien (YK) puitteissa (UNFCCC, 2017). Nämä sopimukset ja niissä sovitut tavoitteet ja keinot vaikuttavat paitsi niihin sitoutuneisiin maihin suoraan, niin myös EU:n päätöksentekoon. EU:ssa voidaan päättää yksityiskohtaisemmista tavoitteista ja keinoista, joiden avulla eri jäsenmaita veloitetaan toimimaan EU-tason tavoitteiden saavuttamiseksi. Nämä EU-tason keinot, esimerkiksi velvoittava päätös Suomelle vähentää ei-päästökauppaan kuuluvia päästöjä 39 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta, muuntuvat puolestaan kansallisella tasolla tavoitteiksi, jotka voidaan kohdistaa eri sektoreille ja joihin pääsemiseksi luodaan kansallisia keinoja, esimerkiksi verotuksen avulla.

5.2. Suomen asettamia tavoitteita päästöille ja sähköiselle liikenteelle

Suomessa päästötavoitteesta on liikenteelle jyvitetty 15 prosentin vähennystavoite vuoden 2005 päästötasosta vuoteen 2020 mennessä. Se tarkoittaa, että liikenteestä saisi aiheutua 11,4 miljoonaa tonnia CO₂-päästöjä vuonna 2020, kun vuonna 2013 päästöt olivat 12,6 miljoonaa tonnia (hiilidioksidiekvivalenttia, jatkossa myös CO₂e)) (LVM 33/2014). Sipilän (2015) hallitusohjelman pöytäkirjamerkinnöissä on mainittu, että Suomi saavuttaa vuoden 2020 ilmastotavoitteet uusiutuvan energian osuudesta ja päästöjen vähentämisestä jo vaalikauden loppuun mennessä eli vuoden 2019 alussa.

Taulukko 8. Suomessa asetetut tavoitteet liikenteen päästöjen vähentämiseksi ja sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamiseksi.

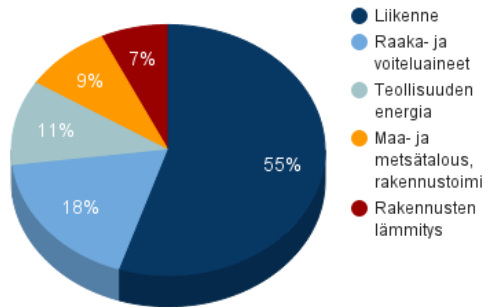
Tavoitteet	2020 *	2030
Kansallisella tasolla liikenteelle jyvitetty kasvi-huonekaasupäästöjen vähennystavoite	Vähintään -15 % vuoden 2005 tasosta (13,7 milj.t CO ₂ -ekv) eli maksimissaan 11,4 milj. tonnia ¹	Taakanjako-osuuden (-39 %) jyvitys liikenteen päästöille -50 % vuoden 2005 tasosta ⁶ .
Henkilöautojen keskimääräinen päästötaso	Uusien autojen osalta lähellä EU-tavoitetasoa (95g/km). Koko autokannan osalta keskimääräiset hiilidioksidipäästöt 137,9 g/km ¹	Uusien autojen vaatimusten osalta pyritään saamaan -30 %:n lasku EU:n tavoitetasoon (tarkoittaisi 66,5g/km tasoa) ⁶
Uusiutuvan energian käytön lisääminen liikenteessä	Vähintään 50 % uusista myytävistä henkilöautoista soveltuu vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön ⁵ . Uusiutuvan energian velvoite liikenteessä 20 % ^{6?} .	Kaikkien myytävien uusien autojen on sovelluttava vaihtoehtoisten polttoaineiden tai käyttövoimien käyttöön. Liikenteen uusiutuvien polttoaineiden osuus 40 %. Tuontiöljyn käyttö -50 % ⁵ .
Päästöjen vähentäminen autokantaa uudistamalla	Noin 0,7 Mt CO ₂ -ekv	2,6-3,6 Mt ⁶
Sähköautojen lukumäärä	Vähintään 20 000	250 000 kpl ⁶
Latausinfrastruktuurin rakentaminen	Vähintään 4000 julkista, joista pikalatausasemia 400 kpl (perustana 40 000 sähköautoa) ^{6, 2}	

* Sipilän hallituksen ohjelman mukaan 2020 ilmastotavoitteet pyritään saavuttamaan jo 2019.

Lähteet: ¹LVM 33/2014, ²LVM 4/2015, Tilastokeskus, Trafi, YM, ⁵Sipilän hallituksen ohjelma, ⁶Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030.

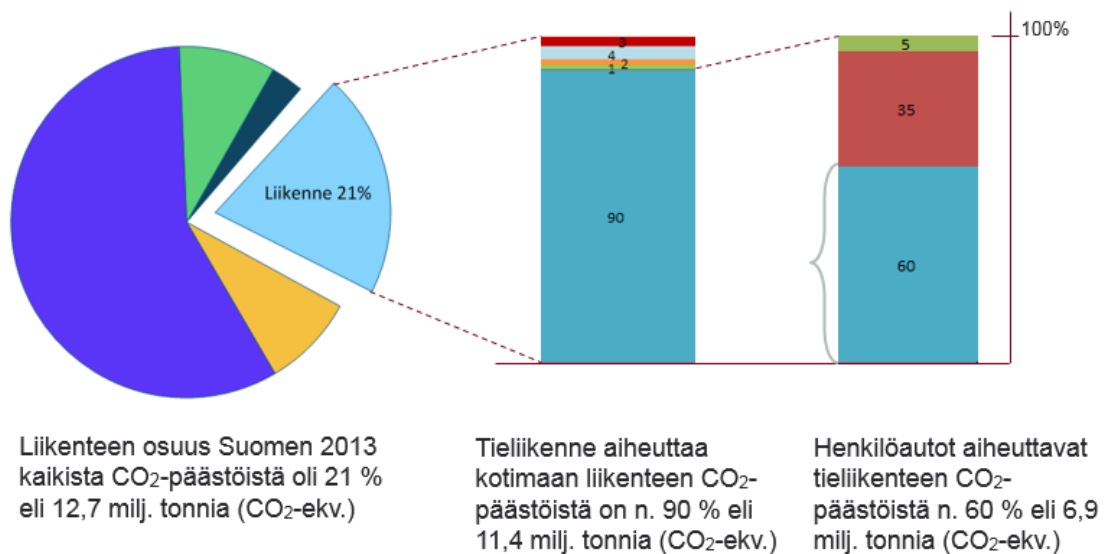
Käytännössä tavoitteiden saavuttaminen edellyttäisi liikenteen merkittävää supistumista tai korvaavien polttoaineiden käyttöä ja ajoneuvokannan ripeää uusiutumista vähäpäästöisempään suuntaan. Liikenne- ja viestintäministeriön (jatkossa myös LVM) mukaan (LVM 43/2013) tavoite on ollut 150 000 auton uusiutumismuutos vuodessa ja että vuonna 2020 myytävistä uusista autoista 50 % soveltuisi vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön. (LVM 33/2014). Sipilän (2015) hallituksen ohjelmassa on puolestaan linjattu, että tuontiöljyn käyttö kotimaan tarpeisiin puolitetään ja että liikenteen uusiutuvien polttoaineiden osuus nostetaan 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030 määrittelee, miten EU:lta Suomelle asetetut tavoitteet jaetaan eli jyvitetään eri sektoreille. Ei-päästökauppaan kuuluvien hiilidioksidipäästöjen tavoite on 39 prosentin vähennys vuoden 2005 päästötasosta. Strategiassa puolestaan asetetaan tavoite, että liikenteen päästöt puolittuvat vuoden 2005 päästötasosta.

Kulutus vuonna 2014



Kuvio 14. Öljyn kulutuksen jakautuminen vuonna 2014 (Lähde: Tilastokeskus, Öljy- ja biopolttoaineala ry).

Tavoiteltaessa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä tai öljyn käytön puolittamista Suomessa, liikenne on yksi avaintekijöistä. Öljytuotteiden kulutuksesta kohdistui liikenteeseen 55 prosenttia vuonna 2014 (kuvio Kuvio 14). Liikenne aiheutti kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (mukaan lukien päästökauppaan kuuluvat päästöt) viidenneksen vuonna 2013 (kuvio 15) ja päästökaupan ulkopuolisista päästöistä 40 prosenttia. Liikenteen aiheuttamista päästöistä yli 90 prosenttia aiheutuu tieliikenteestä ja tästä puolestaan 60 prosenttia syntyy henkilöautoliikenteestä (LVM 33/2014).



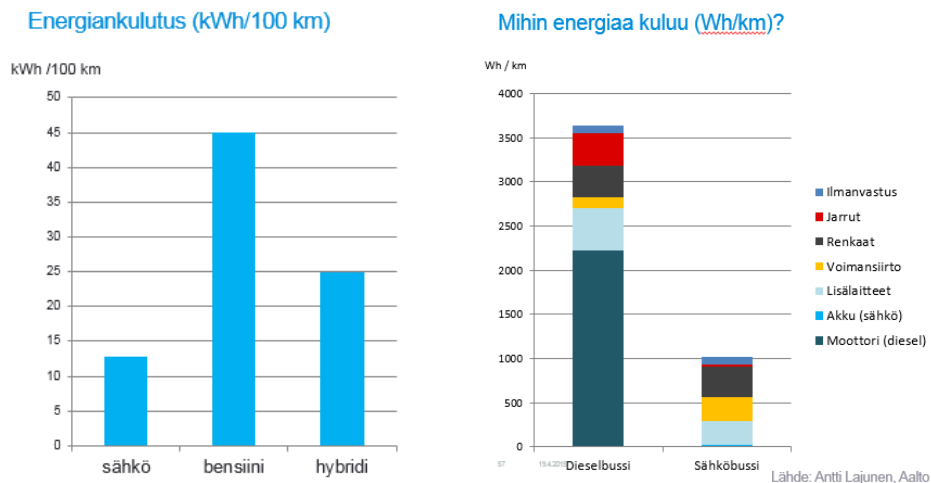
Lähde: LVM 33/2014

Kuvio 15. Liikenne aiheuttaa viidenneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Valtaosa liikenteen päästöistä tulee tieliikenteestä, erityisesti henkilöautoliikenteestä.

Sähkökäyttöisillä ajoneuvoilla kasvihuonekaasupäästöjä voidaan alentaa merkittävästi, sillä sähköautot eivät aiheuta hiilidioksidipäästöjä lainkaan liikenteessä. Jos myös eri energialähteillä tuotetun sähköntuotannon vuoden 2015 CO₂-ominaispäästöt (97g/kWh) (Energiateollisuus, 2016) otetaan huomioon, niin Suomessa sähköautolla ajettu kilometri tuottaa CO₂-päästöjä 13-26 g/km (perustuen esim. VW Golf, Nissan Leaf valmistajien ilmoittamaan kulutukseen ja Tesla Club Finlandin -30 asteen pakkasessa mittaamaan kulutukseen). Uusiutuvilla energialähteillä tuotetulla sähköllä ajelu on päästötöntä. Sähkö-

autot luovat joustavampia mahdollisuuksia energialähteen valintaan, jolloin öljyriippuvuus pienenee ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen on mahdollista. Tällä on EU-tavoitteiden saavuttamisen lisäksi kansantaloudellista merkitystä esimerkiksi vaihtotaseeseen.

Sähköauto parantaa myös energiatehokkuutta. Vertailussa luvussa 5.5 mukana olleiden ajoneuvojen osalta bensiiniauton energiankulutus on noin 3,5 kertaa niin suuri kuin sähköautolla (Kuvio 16). Käytännössä se tarkoittaa sitä, että samalla energiamäärällä sähköautolla pääsee pidemmälle. Toisinpäin ajateltuna bensiiniauton käyttämällä energiamäärällä voisi liikuttaa 3,5 sähköautoa saman matkan.



Kuvio 16. Sähköajoneuvot ovat energiatehokkaampia henkilöautoina ja myös busseina.

Kuviossa 16 on esitetty diesel- ja sähköbussien avulla myös se, mihin energiaa polttomoottoriajoneuvossa kuluu. Suurin energiasyöppö on polttomoottori itsessään. Myös jarrutukseen kuluu paljon energiaa, kun taas sähköajoneuvossa sitä voidaan hyödyntää.

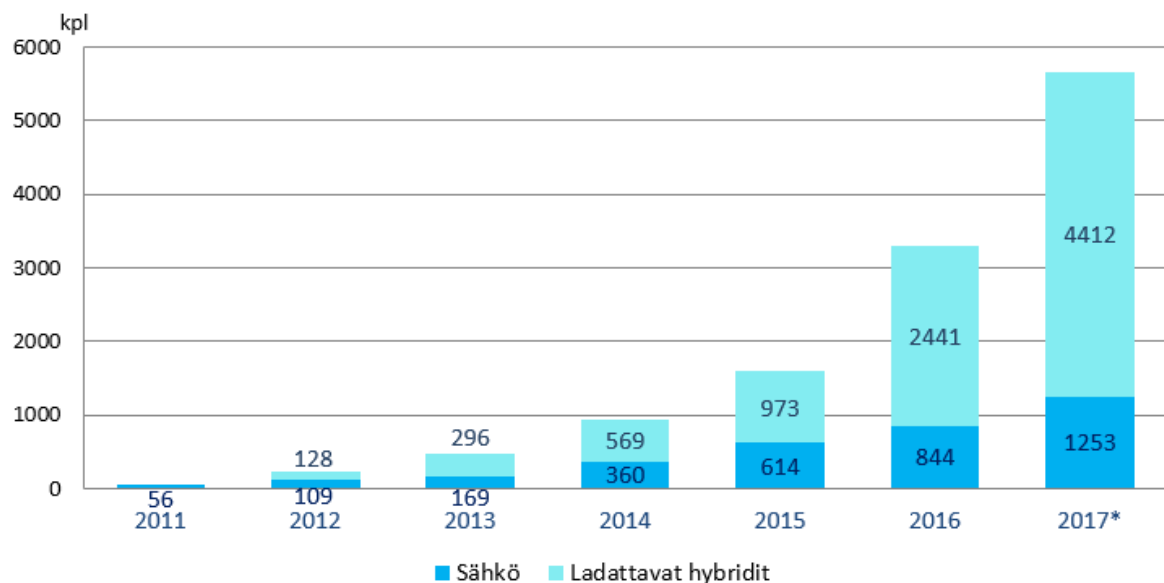
5.3. Tavoitteista todellisuuteen

5.3.1. Sähköajoneuvokanta ja latausinfrastruktuuri

Sähköinen ajoneuvokanta on Suomessa kasvanut hitaasti, vaikka osoittaakin pienen elpymisen merkkejä. Vuoden 2017 kesäkuun loppuun mennessä sähköautojen ensirekisteröintejä oli tehty enemmän kuin yhtenäkkään aiempaan vuonna koko vuoden aikana. Lokakuun loppuun mennessä sähköautoja oli ensirekisteröintien perusteella myyty 409 kappaletta. Ladattavia hybridautoja puolestaan oli myyty 1971 kappaletta, mikä sekin on ennätys vuosittaisessa myynnissä. (Trafic, 2017). Yhteensä sähköautoja ja ladattavia hybridejä oli ensirekisteröity vuoden 2017 lokakuun loppuun mennessä 2380 kpl, mikä on hieman yli kaksi prosenttia kaikista samana aikana ensirekisteröidyistä henkilöautoista. (kuvio 17).

Sähköautoista suosituin malli on ensirekisteröintien perusteella kahtena vuonna peräkkäin ollut Tesla Model S. Toinen ja kolmas sija ovat vaihtaneet keskenään järjestystään, kun 2016 vuoden kakkonen Nissan Leaf on luovuttanut paikkansa Tesla Model X:lle. Valmistajakohtaisesti tarkasteltuna Tesla Motors on selkeä ykkönen ja hieman alle puolet (568 kpl) Suomen sähköautoista on Tesloja (44%). Renault Nissan Mitsubishi -allianssi on yhtä selkeä kakkonen (34%) ja kolmantena tulee Volkswagen-konserni (alle 5 %).

Liikennekäytössä olevien sähköautotilastojen mukaan täyssähköautoja on Suomessa yhteensä 1289 kappaletta. Valtaosa sähköautoista on rekisteröintien perusteella yksityiskäytössä (66 %) ja alueellisesti Uudellamaalla (61%). Suomessa on rekisteröity noin 30 eri mallia olevaa sähköautoa. (Traf, 2017).



Kuvio 17. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridiautojen lukumäärän kehitys Suomessa. (Lähde: Traf, ajoneuvokannan henkilöautojen käyttövoimatilastot 2011-2016 sekä vuoden 2017* osalta lokakuun loppuun mennessä tehdyt ensirekisteröinnit. Luvut haettu 30.11.2017).

Ladattavissa hybrideissä (PHEV) on merkkien välillä hieman enemmän vaihtelua. Yksittäisistä automalleista eniten myyty PHEV on Mitsubishi Outlander PHEV (533 kpl). Vuonna 2017 eniten myyty PHEV on Mercedes-Benz GLC 350 E, jota on myyty yhtä paljon, kuin täyssähköautoja yhteensä tänä vuonna, ja toiseksi eniten myyty on Volkswagen Passat GTE. Valmistajakohtaisella kärkisijalla PHEV-myyntissä on BMW (17%), toisena Mercedes-Benz (15%) ja kolmantena Volvo (15%).

Latausasemia Suomessa oli marraskuussa 2017 Plugitin (2017) palvelun mukaan 350. Syyskuussa 2017 julkisia latauspisteitä oli kokonaisuudessaan Suomessa yli 900 kappaletta, sillä yhdellä asemalla voi olla useampia latauspisteitä. Ruotsissa latauspisteitä on 3700, Norjassa noin 10 000 sekä tiheimmän verkoston omaavassa Alankomaissa 30 000. EU:n velvoittamana Suomeen asetettu tavoite on 1/10 sähköautoa kohti. Vuodelle 2020 asetettu tavoite puolestaan on 20 000 sähköajoneuvoa. (Lukkari, 2017).

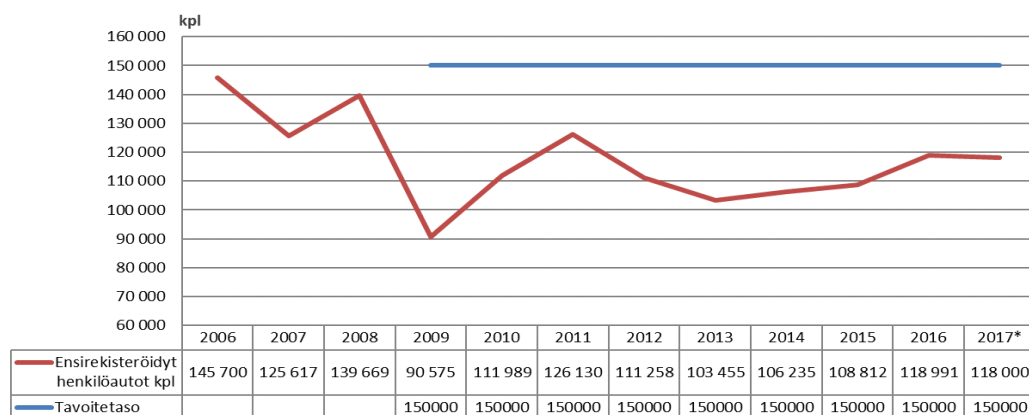
Sähköauton lataaminen vaikuttaa melko monimutkaiselta toimenpiteenä kirjallisesti tarkasteltuna. Autoilijan pitää osata valita latausasema oikein omaan tarpeeseensa. Tällä hetkellä sähköauton lataaminen riippuu ajoneuvon latauspistoketyypistä (tyypin 1 pistoke yhdysvaltalaisissa ja japanilaisissa autoissa ja tyypin 2 pistoke eurooppalaisissa), sen soveltuvuudesta eri latausnopeuksille ja latauspisteen lataustavasta. Sähköauton pääasiallinen lataustapa 3 on kiinteästi asennettu latauslaite (esimerkiksi kotona), jossa akun lataaminen vaihtojännitteellä kestää 1-6 tuntia autosta riippuen. Tätä hitaampi lataustapa 2 on tarkoitettu tilapäiseen lataamiseen tavallisesta pistorasiasta auton myynnin yhteydessä saatavan latauskaapelin avulla. Lataustapa 4 eli tasajännitteellä tapahtuva pika- tai tehollataus, jolla auton akut saa ladattua 80 % täyteen noin puolessa tunnissa, mutta se ei sovellu kaikille automalleille. Eurooppalaisten autojen (pistoketyyppi 2) pikalatausstandardi on CCS (Combo) ja pistoketyypin 1 autojen pikalatausstandardi on CHAdeMo. (Plugit, 2017).

Julkisissa latauspisteissä on erilaisia hinnoittelumalleja. Lataamisen hinta voi perustua kertamaksuun, minuuttipohjaiseen tai kilowattituntipohjaiseen hinnoitteluun, tai se voi olla käyttäjälle ilmaista esimerkiksi kauppakeskuksen subventoimana. (Vihreä kaista, 2017).

5.3.2. Autokannan uudistuminen, päästöt ja tavoitteiden toteutuminen

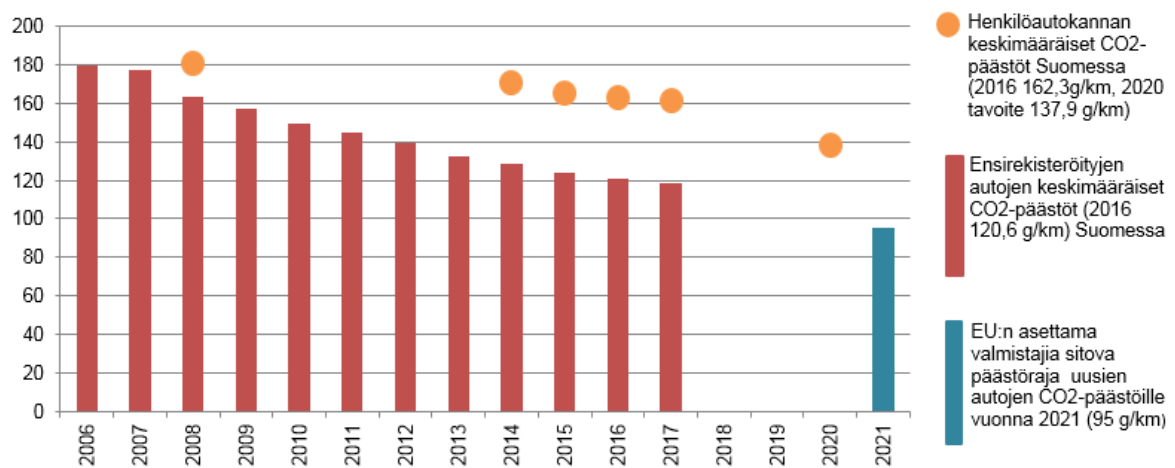
Suomessa päästötason alentumisen on katsottu pitkälti onnistuvan autokannan uudistumisella. Autokanta on uusiutunut Suomessa hitaasti, kerran 15-20 vuodessa. Tänä päivänä tehdyt ostopäätökset voivat siis vaikuttaa jopa vuoteen 2037 asti henkilöautoliikenteestä aiheutuviin päästöihin, joiden tavoitteiden mukaan pitäisi puolittua vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (taulukko 8).

Henkilöautokannalle asetettu 7 prosentin vuotuinen uusiutumistavoite, eli 150 000 uutta henkilöautoa vuodessa ei ole toteutunut (kuvio 18). Vuonna 2016 uusia autoja rekisteröitiin noin 119 000 kappaletta ja myös sitä edeltäneinä vuosina tavoitteesta on jääty merkittävästi.



Kuvio 18. Suomessa ensirekisteröityjen autojen lukumäärä 2006-2017 sekä autokannan uusiutumiselle asetettu tavoitetaso. (*Vuoden 2017 lukema on lokakuun loppuun mennessä ensirekisteröidyt sekä 2016 myyntiin perustuva marras-joulukuun arvio).

Se, että autokanta ei ole uudistunut odotetulla tavalla, vaikuttaa päästökehitykseen myös tulevaisuudessa. Samalla se tarkoittaa, että asetettuja tavoitteita liikenteen päästöjen vähentämiselle voi olla yhä vaikeampi tavoittaa (kuvio 19). Vuonna 2016 ensirekisteröityjen autojen keskimääräiset päästöt olivat 120,6 CO₂g/km, kun koko Suomen autokannan keskimääräiset päästöt olivat edelleen 162,3 g/km (CO₂-ekv). Yksi merkittävä syy tähän on Suomen liikenteessä olevan henkilöautokannan Euroopan toiseksi korkein keski-ikä 11,8 vuotta ja ilman museoajoneuvoja 11,5 vuotta. Pääsääntöisesti autot romutetaan noin 20 vuotiaina. (Trafi, 2016).



Kuvio 19. Päästötavoitteet ja toteuma (2006-2017) ensirekisteröityjen ja koko henkilöautokannan osalta.

Kuvioon 19 on koottu tietoa Trafin (2017) ensirekisteröintitilastojen keskimääräisistä päästöistä. Oikeassa laidassa oleva sininen palkki osoittaa EU:n asettaman valmistajakohortaisen päästörajaveroituksen, eli paljonko valmistajan tuottaman autokannan keskimääräinen päästötaso pitäisi olla.

Vuodelle 2020 asetettu tavoite koko henkilöautokannan keskimääräisille päästöille on 137,9 g/km ja se on kuvattu kuvioon pallolla vuoden 2020 kohdalla. Koko henkilöautokannan keskimääräisiä päästötietoja ei ollut saatavilla, joten tiedot, jotka on saatu selvitettyä, esimerkiksi lakiesitysten perusteluista, Trafin tai LVM:n raporteista on merkitty pallolla kyseisen vuoden kohdalle.

5.4. Poliitiikan työkalupakki tavoitteisiin pääsemiseksi

Keskeinen keino politiikan työkalupakissa kehityksen ohjaamiseksi haluttuun suuntaan on verotus. Verotuksella on Suomessa ollut oleellinen merkitys myös henkilöauton ostamisen ja omistamisen kustannusten muodostumisessa. Tässä työssä tarkastellaan, miten verotus kohdistuu yksittäiseen autoon valituilla käyttövoimilla ja miten verotusta on muutettu tarkasteluajanjaksona, eli vuosien 2007-2017 aikana.

Lisäksi tarkastellaan joitakin kokeiluluontoisia lakeja, joilla autokannan uusiutumista on pyritty edistämään ja alentamaan hiilidioksidipäästöjä. Tärkeimmät näistä liittyvät autojen romutuspalkkioon ja sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatukeen.

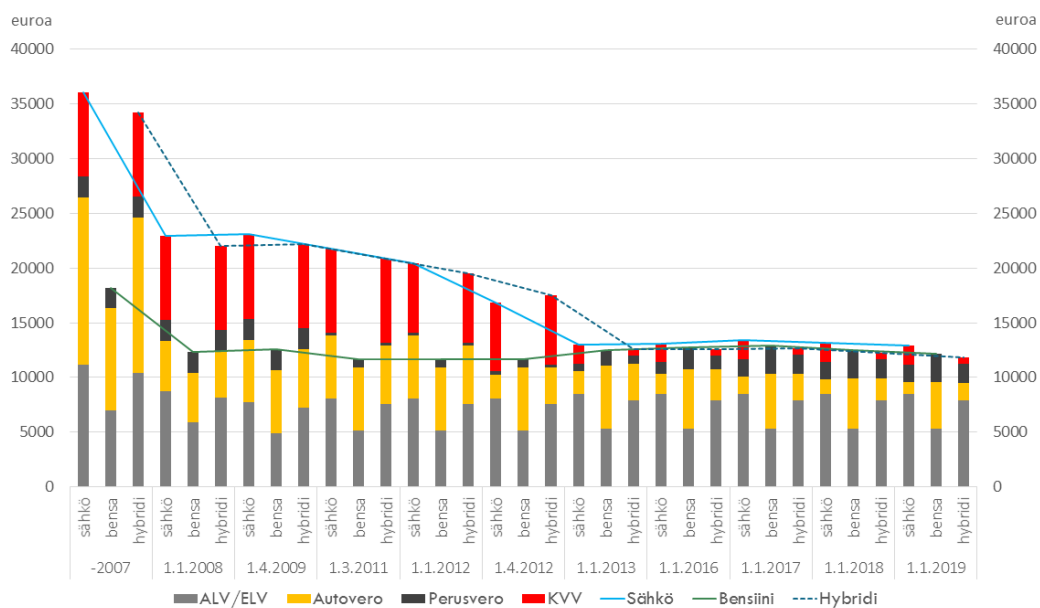
5.4.1. Auton ostamisen ja omistamisen verotuksen muutokset 2007-2017

Autoiluun kohdistuu useita veroja. Ostamisen yhteydessä maksetaan auto- sekä arvonlisävero (jatkossa myös ALV). Nykyisin autoveron suuruuteen vaikuttavat auton hinta ja sen tyyppihyväksynnän yhteydessä mitatut ominaispäästöt. Auton omistamisesta maksetaan vuosittain ajoneuvovero. Se muodostuu ominaispäästöjen mukaan määräytyvästä perusverosta sekä käyttövoimaverosta (jatkossa myös KVV). Nämä verot eivät ole riippuvaisia lainkaan siitä kuinka paljon autoa käytetään, eli mitkä ovat sen todellisuudessa aiheuttamat päästöt, vaan ne kohdistuvat ostamiseen ja omistamiseen. Käyttöön eli tosiasiallisiin päästöihin kohdistuvina veroina voidaan pitää polttonesteisiin ja sähköön liittyviä veroja. Esimerkiksi bensiiniauton tuottamat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat suoraan niiden kuluttamasta polttoaineen määrästä (HE 57/2011). Tarkastelun yhteydessä polttoaineveroja ei pääsääntöisesti ole huomioitu.

Auton ostamisen ja omistamisen verokertymien tarkastelun avulla voidaan hahmottaa, miten arvonlisäveroon (ALV), autoveroon sekä ajoneuvoveroon (perusvero ja käyttövoimaveron (KVV)) vuosien 2007-2017 aikana tehdyt muutokset kohdistuvat sähköllä ja bensiinillä toimiviin henkilöautoihin. Tarkemmin laskelmien periaatteista on kerrottu luvussa 3.4.2.

Autojen mahdollisia hinnanmuutoksia ei vertailussa ole otettu huomioon, vaan vertailu eri vuosien veropäätösten välillä on tehty käyttämällä autojen hintatietona vuoden 2017 VW Golf-autojen hintatasoa. Yksi syy tähän on, että vertailussa mukana olevia automalleja ei ollut saatavilla koko tarkastelujakson aikana, esimerkiksi eGolf tuli markkinoille vasta vuonna 2014, ja toinen, että näin verotuksessa tehdyt muutokset näkyvät selkeämmin. Ajoneuvoverokertymä on laskettu koko elinkaarelle, eli tässä oletuksena 15 vuoden kertymäaikana kyseisen vuoden verotasoilla, ottamatta myöhempiä ajoneuvoveron muutoksia huomioon.

Tarkastelussa on mukana myös arvonlisävero (ALV) (tai ELV, mikä oli autoverolta perityn arvonlisäveron suuruinen maksu, joka korvattiin autoveron saman suuruisella korotuksella vuonna 2009), koska sillä on merkittävä osuus uuden auton hinnan muodostumisessa hankinnan yhteydessä. Kuten kuviosta 20 näkyy arvonlisävero luo eri käyttövoimille verokertymien lähtöarvoksi jo 557-3605 euron suuruisen eron johtuen autojen pyyntihintojen eroista. Kuvio paljastaa, että erityisesti viime vuosina autovero on käytännössä toiminut eräänlaisena uuden auton hankintaan kohdistuvan verokohtelun tasajana ja ilman sitä vähäpäästöisimmät teknologiat olisivat huomattavasti nykyistäkin tilannetta epäedullisemmassa asemassa polttomoottoriautoihin nähden korkeamman hankintahintansa vuoksi. Tarkemmat laskentaan liittyvät luvut ovat nähtävissä liitteessä 15.



Kuvio 20. Auton ostamiseen ja omistamiseen liittyvien verojen kertymä vuosina 2007-2017 tehtyjen veropäätösten vuoksi sähkö-, bensiini- ja hybridautoilla.

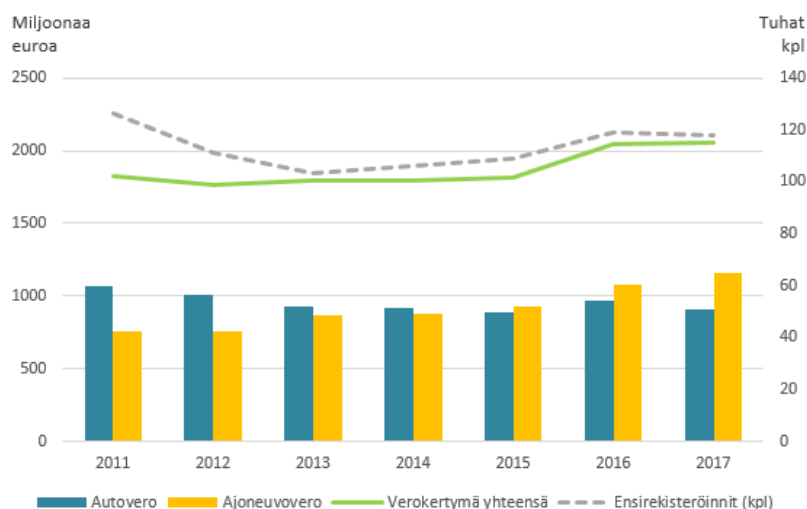
Merkittävin muutos tarkasteluajanjaksona on ollut eittämättä vuonna 2007 Vanhasen hallituksen tekemä esitys muuttaa auto- ja ajoneuvoverotus hiilidioksidipäästöihin perustuvaksi (HE 147/2007; HE 146/2007). Niiden vaikutukset näkyvät lakien ensimmäisten sovellusvuosien, eli vuosien 2008 (L 1292/2007) ja 2011 (L 1311/2007) verokertymien muutosten lisäksi ennen kaikkea tänäkin päivänä vaikuttavana verotuksen rakenteellisena muutoksena, joilla on mahdollistettu verotuksen ohjausvaikutus vähäpäästöisempiä ajoneuvoja suosivaan suuntaan. Valtiontalouden tarkastusviraston vuonna 2009 tekemässä autoverotuksen tarkastuslausunnossa todetaan Suomen olleen edelläkävijä hiilidioksidipäästöihin perustuneen lain osalta ja lain olleen kansainvälisessä mittakaavassakin edistysellinen, vaikka muuten valtionvarainministeriön vastuulla olleen autoverotuksen lainsäädännön kehittämisestä olikin Tarkastusviraston mukaan puuttunut selkeä strateginen näkemys samalla kun on haluttu pitäytyä mahdollisimman pitkään vanhoissa aiemmin omaksutuissa kannoissa erityisesti käytettynä tuotujen autojen kannalta.

Toinen oleellinen muutos on ollut Kiviniemen hallituksen esitys käyttövoimaveron tason alentamisesta sekä porrastamisesta käytettävän voimanlähteen perusteella (HE 147/2010). Lakia (L 1401/2010) sovellettiin ajoneuvoverotukseen asteittain niin, että vuoden 2012 alusta käyttövoimaveron taso aleni ja vuoden 2013 alusta käyttövoimavero porrastui voimanlähteen mukaan siten, että sähkö- ja hybridautoilla se väheni merkittävästi. Vasta jälkimmäinen muutos toi käytännössä auton ostamiseen ja omistamiseen liittyvät verokertymät sähkö-, hybridi- ja vähäpäästöisillä bensiiniautoilla lähemmäksi toisiinsa. Tätä aiemmin sähkö- ja hybridautojen elinkaaren aikana ostamiseen ja omistamiseen liittyvä verokertymä on ollut lähes kaksinkertainen vähäpäästöiseen bensiiniautoon verrattuna perustuen käyttövoimaveron lisäksi sähkö- ja hybridautojen korkeamman hankintahinnan vuoksi kertyviin auto- ja arvonnäisäveroihin.

Kataisen hallituksen aikana jatkettiin autoveron alentamista (L 1316/2011) pienipäästöisiltä ajoneuvoilta ja suurempipäästöisten autoveroa korotettiin. Samalla päätettiin siirtää verotuksen painopistettä kertaluontoisesti perittävästä autoverosta vuosittain perittävän ajoneuvoveron perusveron suuntaan (L 1317/2011), mitä linjaa myöhemmät hallitukset ovat jatkaneet. Vaikka Kataisen (HE 57/2011) ja Stubbin (HE 124/2014) hallitukset perustelivat perusveron korotuksia ohjausvaikutuksen parantamisella, ne korottivat suhteessa ja myös euromääräisesti eniten alimpien päästöluokkien (korotukset yhteensä 51 euroa vuodessa) kuin ylimpien päästöluokkien (korotukset yhteensä 15 euroa) perusveroa. Sipilän hallituksen toteuttama perusveron korotus kohdistui euromäärältään saman suuruisena (36,5 euroa) kaikkiin päästöluokkiin (L 1482/2015) ja siten myös se oli suhteellisesti suurempi korotus alimmissa päästöluokissa.

Ohjausvaikutusta selittävämpi peruste perusveron nostolle lieneekin valtion verotulojen kartuttaminen, minkä kaikki perusveroa korottaneet hallitukset ovat myös todenneet olleen yhtenä tavoitteena. Alunperinkin ajoneuvoveroa on alettu periä fiskaalisista lähtökohdista vuodesta 1994 alkaen, kun EU-jäsenyyden myötä autoveroa alennettiin 20 prosenttia vuonna 1993 ja tästä aiheutunut verotulojen väheneminen päätettiin korvata vuosiluonteisella maksulla (HE 111/2003). Ajoneuvoverosta koituvan verokertymän taso on helpompi arvioida vuotuisen talousarvioon olemassa olevan autokannan perusteella kuin kuluttajamieltymysten ja ostohalukkuuden vaihteluihin perustuva autovero.

Valtion talouden kannalta auto- ja ajoneuvoveroista koituvat verokertymät on esitetty kuviossa 21, josta voidaan havaita, että verokertymien painopiste on siirtynyt autoverosta ajoneuvoveroon vuonna 2015. Kaikkiaan kyseiset verot kerryttävät valtion tuloja noin 2 miljardia. Henkilöautojen ensirekisteröinnit ja verokertymä ovat nousseet vuonna 2016. Tiedot on kerätty valtion talousarvioesityksiin liittyvistä tilinpäätöstiedoista, Vuoden 2017 luvut ovat valtion talousarvioesityksen vuodelle 2018 perustuvia arviolukuja. Ensirekisteröityjen autojen lukumäärä vuoden 2017 osalta on lokakuun loppuun mennessä ensirekisteröityjen autojen ja vuoden 2016 marras-joulukuussa rekisteröityjen autojen määrään perustuva arvio.



Kuvio 21. Verotuksen painopiste on siirtynyt autoverosta ajoneuvoveroon vuodesta 2015 alkaen valtion tilinpäätöstietojen perusteella. Lähteet: Valtion talousarvioesitykset, Trafi.

Sipilän hallituksen esityksen (HE 33/2015) mukaisesti ajoneuvoveron korotuksen yhteydessä autoveroa päätettiin samalla alentaa vuosittain vuoteen 2019 asti (L 1481/2015) alle 140 g/km hiilidioksidipäästöjä aiheuttavilta autoilta. Autoveron alennus tehtiin asteittaiseksi kohdistuen useammalle vuodelle autokaupan häiriöiden ehkäisemiseksi. Hiilidioksidipäästöjen perusteella tehty kertaluontoisesti maksettavan autoveron alennus laskeekin sähköautosta perittävän autoveron määrän noin kolmasosaan vuosittain perittävästä ajoneuvoverokertymästä auton oletetun 15 vuoden elinkaaren aikana vuonna 2019. Vaikka autoveron alennukset 2016-2019 kohdistuvat kaikkiin vertailun autoihin, niin euromääräisesti eniten alenee hybridi-auton autovero (1262 euroa), seuraavaksi vertailussa suurimmat päästöt (110g/km) omaavan bensiiniauton (938 euroa) ja vähiten nollapäästöisen sähköauton autovero (725 euroa), vaikka se oli vertailun kallein hankintahinnaltaan.

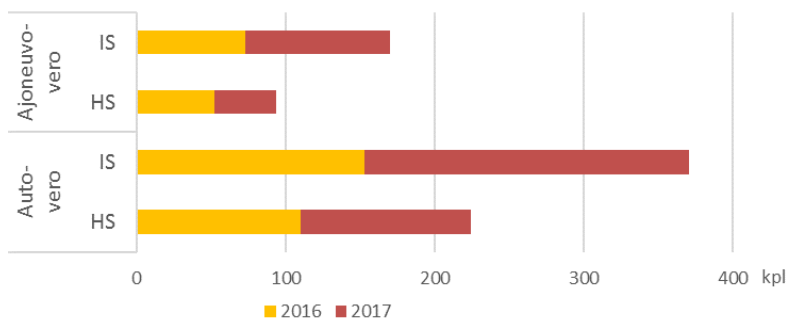
Autoveron ja perusveron veroasteikkojen muutokset on koottu liitteeseen 16. Liitteessä on myös koottu viimeisen kolmen vuoden aikana ensirekisteröityjen autojen lukumäärät päästöluokittain. Voidaan nähdä, että käytännössä Suomessa ei juurikaan ole ensirekisteröity yli 200 CO₂g/km päästöisiä autoja.

Verotukseen kymmenen vuoden aikana tehtyjen päätösten seurauksena ostamisen ja omistamisen verokertymä on ensimmäistä kertaa hybridi-autoilla tullut vuonna 2016 bensiiniautoa edullisemmaksi. Tutkituilla automalleilla sähköauto puolestaan kerryttää eniten ostamisen ja omistamisen veroja yhä edelleen vuonna 2019, jolloin viimeiset jo päätetyt autoveroalennukset tulevat käyttöön. Se johtuu korkeimman hankintahinnan lisäksi siitä, että verotuksen hiilidioksidipäästöihin perustuvaa asteikkoa on jyrkennetty alle 80-140 g/km ja loivennettu 0-80 g/km päästöisillä autoilla (liite 16). Jos tarkastelussa olisi otettu huomioon myös ajoneuvon käytöstä 15 vuoden aikana aiheutunut verokertymä, eli polttoaineeseen ja sähköön kohdistuvat verot, bensiinikäyttöisen auton verokertymä olisi noussut sähkö- ja hybridi-autoja korkeammaksi jo vuonna 2012.

Veroesitysten perusteluissa toistuvat tietyt periaatteet, kuten verotuksen teknologia-neutraalius, käytettynä maahantuotujen autoihin liittyvä muiden EU-markkinoiden tuotteiden syrjimiskielto, fiskaaliset perusteet ja ohjausvaikutus.

5.4.2. Keskustelua autoveron tulevaisuudesta

Autoveroon kohdistuu huomattavasti enemmän paineita eri tahoilta sekä julkista mielenkiintoa, kuin ajoneuvoveroon (kuvio 22). Yksi syy tähän voi olla, että ajoneuvoveroon tehdyt muutokset jakautuvat useille vuosille, joten euromääräisinä ne eivät tunnu kuluttajille kerralla niin suurelta. Toinen syy puolestaan voi olla, että 1958 voimaan tullutta autoveroa säädettäessä eduskunta edellytti, että vero on vain tilapäinen keino parantaa valtiontaloutta ja että siitä pyritäisiin luopumaan etenkin halvemman hintaluokan ajoneuvoilta, kun valtiontalous antaa siihen mahdollisuuden (IS, 2016a). Autoveroa on jopa nimitetty ”Suomen vihatuin vero”-nimellä samannimisessä Tullin näyttelyssä, jossa esiteltiin, miten suomalaiset ovat veroa pyrkineet vuosien saatossa kiertämään (Riikonen, 2016b).



Kuvio 22. Auto- ja ajoneuvoveroon liittyvien artikkelien lukumäärä Helsingin Sanomissa (IS) ja Ilta-Sanomissa (HS) vuosina 2016 ja 2017.

Autoveron alentamista ja jopa poistamista kokonaan vaativat erityisesti autoalan toimijat, esimerkiksi Autotuojat ja -teollisuus Ry (IS, 2017e) ja Autoalan Keskusliitto (Ervasti & Seuri, 2017), joiden perusteluna on ollut, että näin vähennettäisiin tehokkaimmin päästöjä. Autoala edellyttää teknologianeutraalisuutta veroratkaisuissa ja tuissa (IS, 2017d). Poliittisista puolueista ainakin Perussuomalaiset (Honkamaa, 2015) ja Kokoomus ovat ilmoittaneet ajavansa autoveron poistoa. Kokoomus tekisi sen autoalan toimijoiden esittämällä tavalla, eli sulauttamalla autoveron ajoneuvoveron perusveroon. (Lempinen, 2017c; IS, 2016b).

Omissa vaihtoehtobudjeteissaan vuodelle 2018 Vihreät ovat esittäneet viiden vuoden määräaikaista luopumista autoverosta sähköautojen osalta (IS, 2017b), kun taas SDP lähestyy autoveroa fiskaalisesta näkökulmasta ja esittää jo päätettyjen autoveron alennusten perumista valtion tulosten turvaamiseksi (IS, 2017c).

Kuten aiemmin on todettu, autoveron suuruuteen vaikuttavat auton hinta ja sen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Näin autoveron poisto alentaisi eniten kalliiden ja/tai paljon saastuttavien autojen hintaa. Suomen Ilmastopaneelin (2017) mukaan autoveron poistaminen kaikilta autoilta alentaisi voimakkaimmin suurten autojen hankintahintaa, joten se voisi jopa kasvattaa päästöjä. Sitä vastoin päästöporrastusta tulisi tiukentaa huomattavasti nykyisestä erityisesti päästöiltään alle 100 gCO₂/km olevilta autoilta ja luoda näin kannuste sähkö- ja hybridautojen hankintaan. Ilmastopaneelin mukaan autoveron alennus on tässä tehokkaampi toimi kuin ajoneuvoveron alennus (Lempinen, 2017b; Suomen Ilmastopaneeli, 2017). Ilmastopaneeli myös ehdottaa, että uudet WLTP-testisyklin mukaiset päästöt otetaan verotusperusteeksi sellaisenaan ja ajoneuvoveron perusteeksi lasketaan myös nykyiselle autokannalle WLTP-syklin mukaiset päästöt (Liimatainen & Viri, 2017).

Mielenkiintoinen episodi autoverokeskusteluun liittyen käytiin Liikenneministeri Anne Bernerin johdolla valmisteltuun liikenneverkkokesitykseen liittyen. Ehdotus piti sisällään muun muassa autoveron poiston, ajoneuvoveron ja polttoaineveron alennuksen sekä uuden auton käyttöön perustuvan maksun autoilijoille sekä liikenneväylien yhtiöittämisen. Tässä yhteydessä ei tarkastella sen tarkemmin esitystä kokonaisuudessaan tai olisiko se ollut sähköautojen kannalta hyvä vai huono, mutta todetaan, että esityksen kovaäänisimmät vastustajat julkisuudessa olivat säännöllisesti autoveron poistoa vaatineet tahot, ku-

ten autoteollisuuden etujärjestöt, jotka syyttivät esityksen hiljentäneen autokaupan. Viidessä päivässä esitys sai aikaan vastustusryöpyä, esimerkiksi valtiovarainministeriöstä ja autoveron poistoa vaatineilta hallituskumppaneilta, jonka vuoksi esitys peruutettiin. (Kempas, 2017).

5.4.3. Romutuspalkkiot autokannan uudistamiseksi

Suomessa on kokeiltu romutuspalkkion käyttämistä autokannan uudistamiseksi vuonna 2015. Palkkion sai 1000 euron alennuksena auton myyntihinnasta, kun osti alle 120 CO₂g/km päästöisen auton ja romutti samalla vähintään 10 vuotta vanhan auton, jonka ei tarvinnut olla katsastettu. (HE 251/2014).

Kokeiluun varattiin alun perin määräraha 3000 auton palkkiolle, mutta tuen loppuessa elokuussa, sitä lisättiin 5000 autolla. Kahdeksan miljoonan määrärahalla tuettiin näin sitä, että romutuspalkkiokokeiluun osallistuneet ostivat keskimäärin 107 CO₂g/km päästävän auton, kun keskimäärin vuoden 2015 ensirekisteröityjen autojen päästöt olivat 123,6 CO₂g/km. Noin 70 prosenttia romutetuista autoista oli liikennekäytössä ja 40 prosentille osallistujista uusi auto oli elämän ensimmäinen. (Ampuja ja muut, 2016).

Keskimäärin autot romutetaan Suomessa 20 vuotiaina. Vuoden 2015 romutuspalkkiokokeilusta aiheutui pieni hetkellinen notkahdus autojen keski-iässä, ja se on jo palautunut ennalleen (Trafi, 2017).

Hallitus on esittänyt (HE 156/2017), että romutuspalkkio otetaan uudelleen käyttöön vuoden 2018 tammi-elokuun ajaksi. Sitä voi saada 2000 euroa, jos auton käyttövoimana tai toisena käyttövoimana on sähkö, korkeaseosetanoli tai metaanista koostuva polttoaine. Toinen mahdollisuus on saada 1000 euroa, jos hankkii hiilidioksidipäästöiltä alle 110 g/km olevan auton. Molemmissa on edellytyksenä, että samalla romuttaa edellisen kalenterivuoden liikennekäytössä olevan yli 10 vuotta vanhan auton. (HE 156/2017).

Käytännössä siis vuoden 2015 kokeiluun verrattuna uuden auton päästöraja hieman kiristyi, vaatimukset romutettavan auton tieliikennekäytölle lisättiin vaatimuksiin ja jos auto on sähkö-, kaasu- tai hybridauto, niin silloin 110 g/km hiilidioksidipäästörajavaatimusta ei tarvitse noudattaa.

5.4.4. Sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuki

Suomessa ei ole ollut käytössä suoraan ja vain pelkästään täyssähköautojen hankintaan suunnattuja tukia kuluttajille. Työ- ja elinkeinoministeriön kautta kuitenkin ohjattiin viiden vuoden ajan tukea sähköautojen hankintaan (30 % leasing-maksujen pääomaosuudesta) ja latauspisteiden (35 % investoinnista) rakentamiseen yrityksille.

Sipilän hallitus on esittänyt (HE 156/2017), että vuosien 2018-2021 aikana kuluttajille myönnettäisiin 2000 euron tuki täyssähköauton myyntihinnasta tai pitkäaikaiseen vuokraukseen (3 vuotta) liittyen, kun auton myyntihinta on alle 50 000 euroa. Tuen saanti riippuu siitä, onko neljälle vuodelle jakautuvaa yhteensä 24 miljoonan euron määrärahaa

vielä käytettävissä. Samasta määrärahasta maksetaan myös vanhoille autoille muunnostukea kaasu- tai etanolikäyttöiseksi. Tuella arvellaan saatavan Suomeen 1875 uutta sähköautoa. (HE/2017).

5.4.5. Pohdintaa työkalupakin keinoista sähköautojen kannalta

Lähtökohtaisesti hiilidioksidipäästöihin perustuvat auto- ja ajoneuvoveron perusvero luovat toimivan perustan vähemmän saastuttavien autojen hankinnan edistämiseen erityisesti siinä vaiheessa, kun autojen hankintahinnat eri käyttövoimilla lähestyvät toisiaan. On nähtävissä kuitenkin lieviä merkkejä ympäristöohjaavuuden heikkenemisestä, kun vuoden 2013 jälkeen voimaan tulleet verouudistukset ovat suosineet pikemminkin polttomoottoriautoja nollapäästöisten sähköautojen kustannuksella. Tätä on perusteltu sillä, että näin turvataan verotulojen kertyminen myös tulevaisuudessa autokannan hiilidioksidipäästöjen laskiessa. Eli tehdään veromuutos ikään kuin varautuen tilanteeseen 10 vuoden päähän. Samalla kuitenkin esimerkiksi autoveron alennukset on kohdistettu alle 140 g/km päästöisiin autoihin, vaikka jo muutaman vuoden kuluttua (vuonna 2021) valmistajakohtaiset uusien autojen keskimääräiset päästöt pitäisi jo olla 95 g/km EU:n vaatimuksesta. Eli alennus on tehty pikemminkin nykyiselle ajoneuvokannalle ja nykyisen tarjonnan myynnin vauhdittamiseksi, kuin kunnianhimoisen päästöalennustavoitteen saavuttamiseksi. Vuonna 2016 kasvoikin eniten päästöluokkaan 120-139 CO₂g/km kuuluvien autojen myynti, kun se vuonna 2015 oli alentunut (liite 16).

Voitaneen todeta, että ympäristöohjaavuuttakin tärkeämpi tekijä on ollut verotuksen fiskaalisen luonteen säilyttäminen. Tämä periaate kuitenkin unohtuu julkisessa keskustelussa, jossa autoveron poistovaatimukset toistuvat. Autoveron poisto sen hiilidioksidipäästöihin perustuvan luonteen vuoksi poistaisi tällä hetkellä tärkeimmän vaihtoehtoisille käyttövoimille, eli nichelle, luodun suoja- ja tukimekanismin. Kalliiden ja suuripäästöisten ajoneuvojen hinnat putoaisivat eniten autoveron poiston seurauksena. Jos autoverosta kuitenkin päätetään luopua esimerkiksi Kokoomuksen ja autoalan etujärjestöjen esittämällä tavalla, on varmistauduttava siitä, että ajoneuvoveron perusveron hiilidioksidipäästöihin perustuva porrastus on riittävän kannustava oikeasti pienipäästöisten ajoneuvojen hankkimiseen.

Autoilun verotuksen perusteluiden mukaan sitä on ohjannut korostetusti myös teknologianeutraalius. Ostamiseen ja omistamiseen liittyvien verokertymien perusteella tarkasteltuna vuosi 2013 oli teknologianeutraalein eri käyttövoimilla, jolloin verokertymän ero sähkö- ja bensiiniauton välillä oli noin 500 euroa bensiiniauton eduksi. Vuotta 2013 ennen ero oli suurempi. Vuoden 2013 jälkeen se alkoi jälleen kasvaa bensiiniauton eduksi ja on vuoden 2019 autoveromuutoksen jälkeen 766 euroa. Ladattavan hybridin ja bensiiniauton välinen ero oli myös tasaisin vuonna 2013 ja alkoi sen jälkeen kasvaa hybridin eduksi ja tulee olemaan yli 300 euroa vuonna 2019. Se tarkoittaa samalla sitä, että hybridi saa ostamisen ja omistamisen verotuksessa jo yli tuhannen euron edun sähköautoon verrattuna vuonna 2019. Teknologianeutraalisuus verotuksessa voitaisiin nähdä niinkin, että sen avulla aiempaa paremmin tasattaisiin käyttäjän omistamisen kustannuksia eri

käyttövoimien välillä ottaen huomioon ympäristöystävällisempien uusien käyttövoimien korkeampi hankintahinta. Silloin myös käyttäjälle tulisi todellinen mahdollisuus valita liikenteen päästöjä vähentävä vaihtoehto.

Pieniltä yksittäisen ajoneuvon kannalta tarkasteltuna näyttävät muutokset saattavat signaloida kuitenkin tulevaa kehitystä. Tällä hetkellä ostamisen ja omistamisen verokertymien kannalta näyttäisi siltä, että eräänlainen teknologiavalinta on tehty ladattavien hybridien hyväksi. Samoin kuin pienet muutokset auto- ja ajoneuvoveroissa ovat auto- ja ajoneuvoverotuksen kokonaiskertymää tarkastellen muuttaneet jo vuonna 2015 verotuksen painopisteen ostamisesta omistamiseen (kuvio 21).

Ensimmäinen tästä poikkeava, selkeästi kuluttajille täyssähköautojen hankintaan kohdistettu tuki on vuosina 2018-2021 myönnettävä määräaikainen sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuki. Tuen suuruus on 2000 euroa alle 50 000 euroa maksavien autojen ostosta tai pitkäaikaisesta vuokrauksesta. Lain säätäjillä on itselläänkin ollut hyvin varovainen näkemys tuen vaikutuksesta sähköautojen lisääntymiseen ja tuen avulla hankittujen autojen määrän on arvioitu jäävän alle 2000 kappaleeseen, joten mullistusta automarkkinoille tuskin on sen myötä tulossa. Toki tuki antaa tärkeän signaalin käyttäjille sähköautojen ympäristöystävällisyydestä.

Suomessa ei juurikaan ole ensirekisteröity yli 200 CO₂g/km päästöisiä autoja viimeisen kolmen vuoden aikana. Tämä antaisi mahdollisuuden harkita erityisesti autoveron veroasteikon uudistamista siten, että veron maksimitaso saavutettaisiin jo 200 CO₂g/km – päästöisten autojen ensirekisteröinneissä. Samalla se antaisi mahdollisuuden laskea autovero nolnaan nollapäästöisille tai mahdollisuuksien mukaan laajentaen sitä alle 30 CO₂g/km päästöiltään oleville autoille. Kumpikin vaihtoehto voidaan tulkita myös teknologianeutraaliksi, sillä myös sähköautojen lisäksi esimerkiksi vetyautoilla on mahdollisuus saavuttaa nuo päästötasot. Asian havainnollistamiseksi on hahmoteltu liitteeseen 17 muutama nykyisiä veroasteikoita parempaan ympäristöohjaukseen päästötasojen kannalta ohjaava malli asian havainnollistamiseksi. Sopivat kertoimet nykyisen verokertymän saavuttamiseksi pitäisi tehdä luonnollisesti erillisenä valmistelutyönä. Veroasteikoita todennäköisesti tullaan joka tapauksessa tarkistamaan siirryttäessä WLTP-mittaustapaan ominaispäästöjen määrittämiseksi, joten se olisi yksi mahdollinen ajan kohta päivittää taulukot ohjaamaan kohti päästötavoitteita.

5.5. Sähköinen liikenne käyttäjäkustannusten näkökulmasta

Luvussa 5.4 tarkasteltiin sähkö-, bensiini- ja hybridiautoihin kohdistuvan ostamiseen ja omistamiseen liittyvien verojen muutoksia 2007-2019 välisenä aikana. Poliitiikan käyttämä keinovalikoima vaikuttaa niihin puitteisiin, joissa käyttäjä tekee valintojaan päivittäin. Tässä luvussa tarkastellaan, miten tilanne näyttää ostopäätöstään eri käyttövoimien välillä harkitsevalle kuluttajalle.

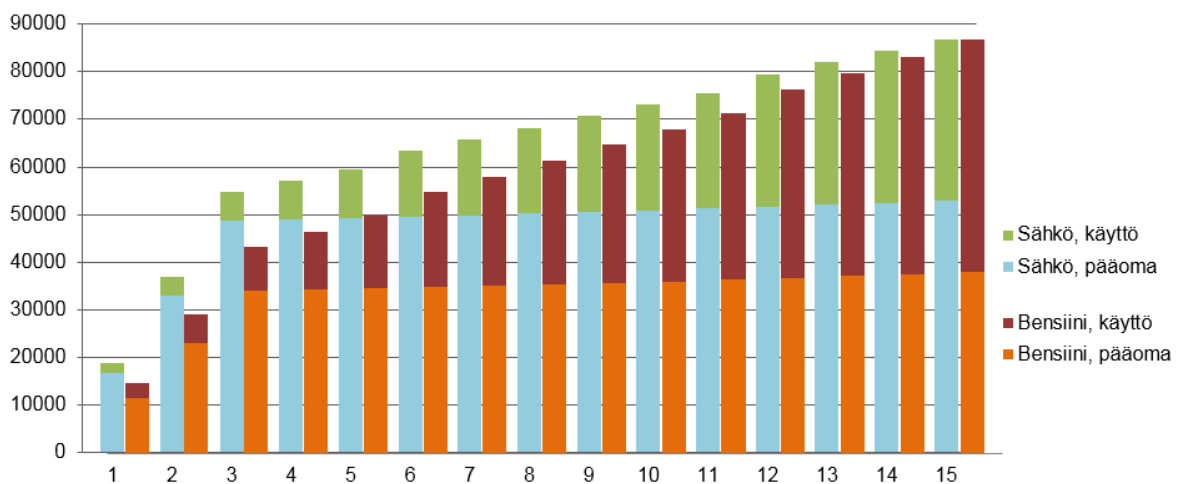
5.5.1. Sähkö- ja bensiiniauton omistamisen ja käytön kustannukset

Uusimman autoverolain esityksessä (HE 33/2015) todetaan, että selvitysten mukaan ajoneuvon hankintahinta on kuluttajille tärkein ajoneuvon valintaan vaikuttava ominaisuus. On siis relevanttia tarkastella, miten ostamisen, omistamisen ja käytön aiheuttamat kustannukset näyttäytyvät käyttäjälle hänen harkitessaan ostopäätöstään.

Tarkastelua varten tehdyissä laskelmissa on pyritty huomioimaan mahdollisimman realistisesti auton ostamisesta, omistamisesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset vuonna 2017 voimassa olevilla verotustiedoilla ja energialähteiden hinnoilla. Polttoaineen ja sähkön hinta on otettu Tilastokeskukselta.

Osa omistamisen ja käytön kustannuksista ovat sellaisia, että laskelmassa niiden on katsottu kohdistuvan saman suuruisina kaikille käyttövoimille, esimerkiksi vakuutusmaksut, renkaiden uusiminen ja pysäköintimaksut.

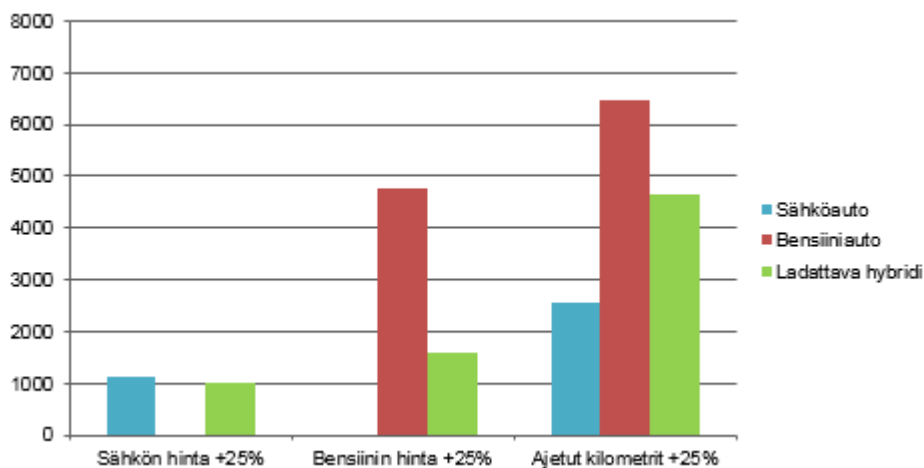
Tarkemmin laskennan lähtötiedoista on kerrottu luvussa 3.4.2, sekä liitteessä 4.



Kuvio 23. Sähkö- ja bensiiniauton omistamisen (TCO) kustannukset 15 vuoden aikana. Se kuvaa paljonko auton ostaminen, omistaminen ja käyttö maksaa kolmen vuoden laina-ajalla ja 3 %:n korolla kuluttajalle, kun ajetaan 18 000 km / vuodessa. Ei huomioitu jälleenmyyntiarvoa.

Sähköautoilun kustannukset pysyvät käyttäjälle pitkään bensiiniauton käyttöä korkeampina. Vasta viimeisenä vuonna sähkö- ja bensiiniauton kustannukset tasaantuvat bensiiniauton korkeampien käyttökustannusten, erityisesti polttoainekustannusten, vuoksi. Autojen kuukausikustannukset käyttäjälle olisivat tällöin olleet noin 480 euroa kuukaudessa. Laskelmissa ei ole otettu huomioon suurempia korjaustarpeita, esimerkiksi akun vaihtoa sähköautoon tai bensiiniauton rikkoutuvien osien vaihtoa. Sähköautotoimittajat antavat tyypillisesti 8 vuoden takuun akulle. Laskelmissa on oletettu, että sähköautot ladataan kotona, eli keskimääräisellä sähkön kuluttajahinnalla. Jos autoa ladataan kaupallisissa latauspisteissä, olisi sähkön hinta luonnollisesti suurempi riippuen esimerkiksi lataustavan ja latauspisteen veloitusperusteista. Esimerkiksi puolen tunnin pikalataus maksaisi 6,6 euroa Virtapiste-verkoston Helenin latauspisteessä.

Laskelmassa ei myöskään ole huomioitu jälleenmyyntiarvoa. Eli jos autot myytäisiin esimerkiksi 7 vuoden jälkeen, käyttäjälle palautuisi auton jälleenmyyntihinta. Jos oletetaan, että molempien automallien arvo vähenisi 14 prosenttia vuodessa, niin sähköautoilija olisi maksanut noin 3500 euroa eli noin 40 euroa kuukaudessa enemmän autoilustaan kuin bensiiniautoilija. Jos auto myytäisiin 5 vuoden jälkeen, sähköautoilijan kustannukset olisivat olleet noin 60 euroa kuukaudessa, eli viiden vuoden aikana 3800 euroa suuremmat kuin bensiiniautoilijalla. Mitä nopeammin auto vaihdettaisiin uuteen, sitä suurempi olisi kustannusten erotus sähköautoilijan tappioksi. Tällä voisi olla vaikutusta käytettyjen autojen markkinoille tulevien autojen päästötasoihin. Järkevä ostaja pitäisi uutena ostamaansa sähköautoa mahdollisimman pitkään, jotta saisi täyden edun edullisemmista käyttökustannuksista.

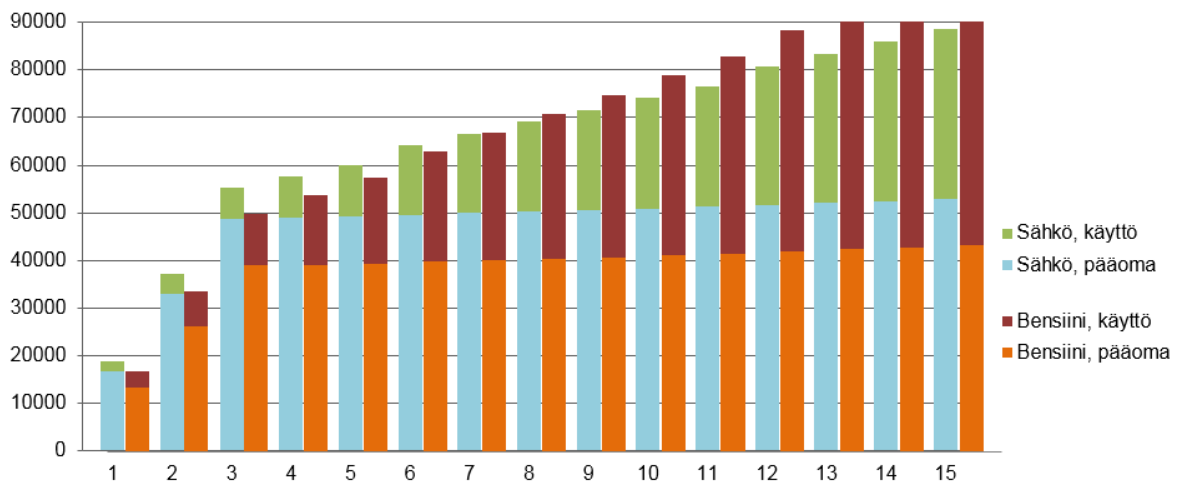


Kuvio 24. Herkkyystarkastelua: paljonko sähkön tai bensiinin hinnan nousu tai ajettujen kilometrien lisääntyminen nostaisi eri käyttövoimilla autoilun kustannuksia.

Herkkyystarkastelussa (kuvio 24) tarkasteltiin paljonko 25 prosentin nousu sähkön tai bensiinin hinnoissa tai vuosittain ajettujen kilometrien määrässä vaikuttaa ajoneuvon elinkaaren aikana autoilun kustannusten nousuun. Tarkastelussa havaittiin, että suurin merkitys autoilun kustannusten nousuun on keskimääräistä enemmän ajettujen kilometrien määrällä, eli erityisesti polttoainekulutuksen lisääntymisellä.

Ajoneuvon todelliseen polttoainekulutukseen perustuva laskelma

Tyyppihyväksynnässä ilmoitettujen ja todellisessa käytössä aiheutuvien polttoainekulutuskemien välillä on havaittu olevan keskimäärin 42 prosentin ero. Jos tuo erotus vietään mukaan laskelmiin kauttaaltaan, eli sen vaikutus huomioidaan niin verotuksessa kuin polttoainekustannuksissakin, niin omistamisen kustannukset sähkö- ja bensiiniautoilla kohtaisivat toisensa jo seitsemän vuoden kohdalla (kuvio 25), jonka jälkeen bensiinauton kustannukset olisivat sähköauton kustannuksia suuremmat.

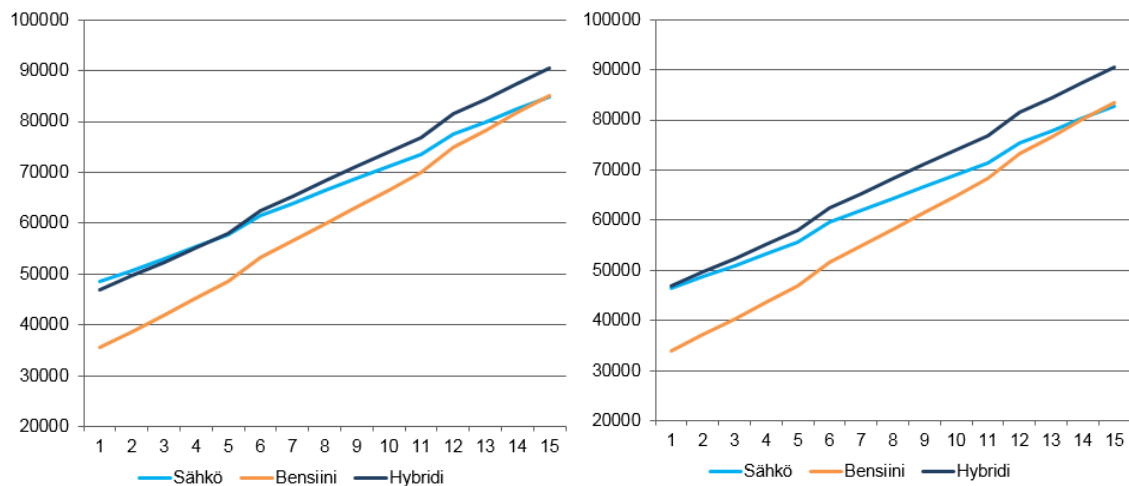


Kuvio 25. Omistamisen kustannukset, jos verot ja kustannukset määräytyisivät auton todellisen kulutuksen perusteella.

On arvioitu, että käyttöön otettavat WLTP-mittaustavan kulutuslukemat olisivat noin 20 % suuremmat kuin nykyisen NEDC-mittausten, joten esimerkiksi maksettavat autoverot nykyisen verotaulukon mukaan olisivat pienemmät kuin mitä laskelmassa nyt on otettu huomioon.

5.5.2. Keinojen merkitys omistamisen kustannuksiin

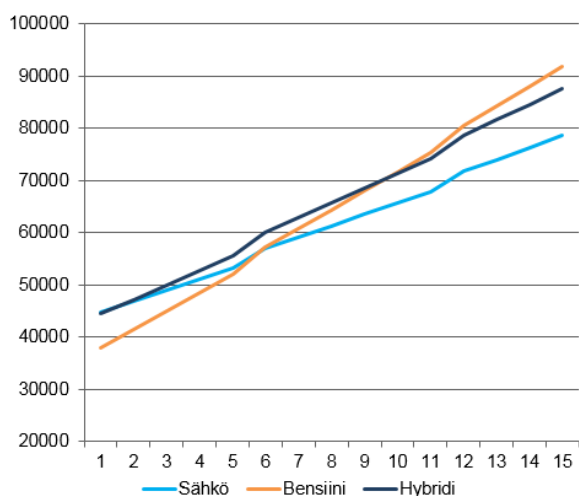
Seuraavaksi tarkastellaan lyhyesti eri keinojen merkitystä kumuloituvii omistamisen kustannuksiin. Laskelmissa ei ole huomioitu korkokustannuksia ja oletetaan, että auto ostetaan käteisellä. Kumuloituvat kustannukset kuvaavat rahan määrää, jonka käyttäjä autoilusta maksaa.



Kuvio 26. Sähköauton hankintatuen (2000 euroa) merkitys omistamisen kustannuksiin. Kuvaajista vasemmanpuoleinen on ilman tukea ja oikeanpuoleinen tuen kanssa.

Aluksi tarkastellaan jo päätetyn sähköauton hankintatuen merkitystä kumuloituvii omistamisen kustannuksiin (kuvio 26). Sähköauton 2000 euron hankintatuella on hyvin pieni merkitys ja käytännössä se tasaa vertailussa olevan sähköauton ja hybridiauton

hankintahintaa lähemmäksi toisiaan. Sähköauto tulee näin edullisemmaksi kuin hybridi-auto koko elinkaaren alusta loppuun, mutta saavuttaa bensiiniauton vasta 14 vuoden kohdalla. Seuraavaksi tarkastellaan vastaavaa omistamisen kustannusten kertymää hie-
man monipuolisemmalla tukipaketilla, joka kohdistuu nolla- ja pienipäästöisiin autoihin.



Kuvio 27. Kumuloituvat kustannukset pienipäästöisten tukipaketilla.

Pienipäästöisten ajoneuvojen tukipaketti koostuu seuraavasti: auto- ja ajoneuvoverot on poistettu alle 50 CO₂g/km-päästöisiltä, sähköautolla on 2000 euron hankintatuki ja WLTP-mittaustavan mukaiset päästötiedot on viety sellaisenaan verojen ja polttoainekustannusten määräytymisen perusteeksi nykyisillä verotaulukoilla. Tukipaketin ansiosta sähköauto tulee edullisimmaksi käyttäjälle kuuden vuoden jälkeen (kuvio 27). Myös ladattava hybridi-auto tulee 10 vuoden kohdalla bensiiniautoa edullisemmaksi.

5.5.3. Pohdintaa omistamisen kustannuksiin liittyen

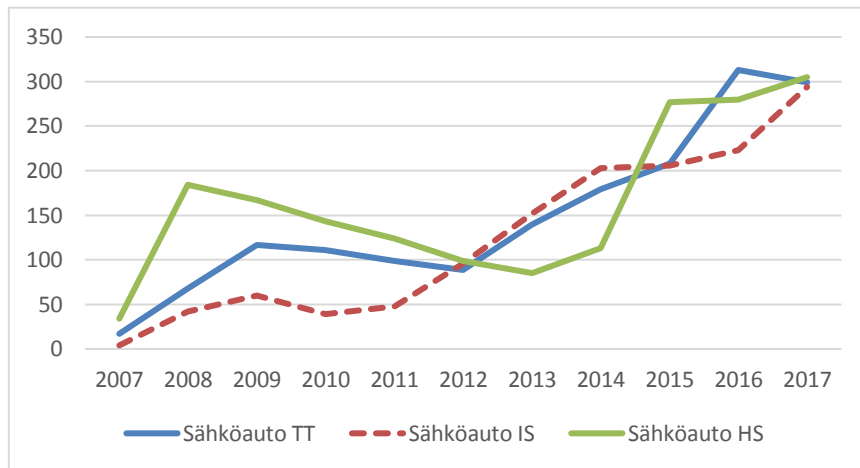
Jotta kuluttajilla olisi päätöksenteon hetkellä mahdollisimman oikeat tiedot esimerkiksi ajoneuvon todellisesta kulutuksesta ja näin sen käytöstä aiheutuvista kustannuksista, olisi tärkeää saada mahdollisimman pian todellisempaa kulutusta paremmin kuvaavat WLTP-mittaustavan päästölukemat auto- ja ajoneuvoverojen veroperusteiksi. Pitkä siirtymäaika voi aiheuttaa niin sanotusti huijatuksi tulemisen tunteita, kun käyttäjän ennakoidut kustannukset osoittautuvat siirtymäaikaa suuremmiksi ja mahdollisesti siirtymäajan jälkeen perusvero nousee askelman ylöspäin.

5.6. Sähköiseen liikenteeseen liittyvää julkista keskustelua

Tiedotusvälineet luovat osaltaan eräänlaista julkista todellisuutta, jossa käyttäjät tekevät päätöksiään. Siksi on oleellista luoda vähintäänkin pintapuolisesti katsaus siihen, näkyvätkö sähköautot julkisuudessa, eli voiko käyttäjien tietoisuus sähköisestä liikenteestä lisääntyä sitä kautta. Aiemmin luvussa 3.4.1. kerrottiin, miten aineistoa tarkasteluun on haettu ja miten sitä on esikäsitelty. Seuraavissa alaluvuissa kuvataan volyymeja sekä joidakin teemoja artikkeleihin liittyen.

5.6.1. Sähköiseen liikenteeseen liittyvien artikkelien volyymi

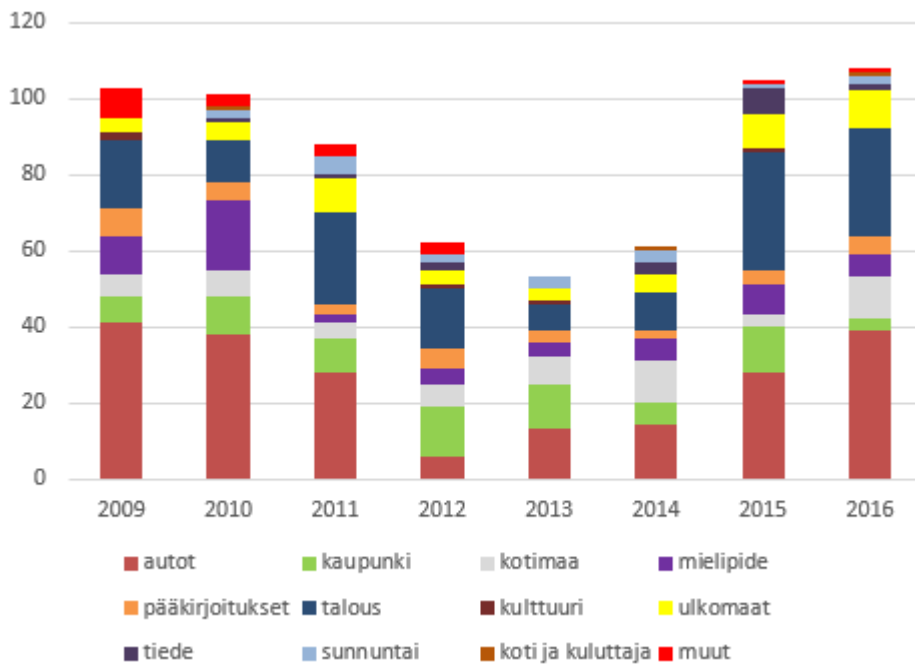
Helsingin Sanomissa (HS), Iltasanomissa (IS) sekä Tekniikka & Talous (TT) lehdissä kirjoitetaan sähköautoista lähes päivittäin, kuten kuvio 28 voidaan havaita vuoden 2017 osalta. Tiedot kuvioon on haettu marraskuussa 2017. Kaikissa lehdissä sähköautoihin liittyvät artikkelit ovat lisääntyneet viimeisen kymmenen vuoden aikana.



Kuvio 28. Artikkelien määrän kasvu sähköautoihin liittyen 2007-2017. (Vuoden 2017 luku kuvaa tilannetta marraskuun puolivälissä.)

Suurinta heilahtelua vuosittain julkaistujen artikkelien määrässä voidaan havaita olleen HS:ssä. Lehti uudistui vuoden 2013 alussa ulkoisesti ja sen koon pienentyminen tabloid-kokoiseksi on vaikuttanut painetussa lehdessä julkaistujen artikkelien määrän vähentymisenä. Toki syynä tuolloin on voinut olla myös kiinnostuksen hiipuminen sähköautoja kohtaan.

Kuviossa 29 on eritelty painetun lehden eri osastoilla julkaistut artikkelit, joissa sähköautoista on puhuttu. Voidaan havaita, että artikkeleita on julkaistu lähes kaikilla osastoilla, joten potentiaalisen käyttäjän tietoisuus sähköautoista on voinut lisääntyä, vaikka hän ei olisi auto-sivuja lehdestä etsinytkään. Autot-osion lisäksi artikkeleita on määrällisesti julkaistu eniten talous, kaupunki, mielipide ja kotimaa osastoilla tässä järjestyksessä. Myös pääkirjoituksia on julkaistu säännöllisesti sähköautoihin liittyen.



Kuvio 29. Sähköautoihin liittyvät artikkelit painetussa Helsingin Sanomissa osastoittain.

Vuoden 2013 notkahduksen lisäksi toinen huomioon pistävä poikkeama HS:n artikkelien määrässä (kuvio 28) on vuoden 2008 huippu. Vaikka systemaattista vuosianalyysia ei tässä työssä tehdäkään on mielenkiintoista kuitenkin katsoa hieman tarkemmin, mistä silloin puhuttiin myöskin kontekstin luomiseksi sähköautojen kehitykselle.

Artikkelilistausten perusteella yksittäisistä henkilöistä eniten julkisuutta sai ehkä asemansakin puolesta silloinen pääministeri Matti Vanhanen, jonka näkemyksiä sähköautojen edistämisestä käsiteltiin useissa artikkeleissa. Hän toi esiin sähköautojen käyttövoimaverosta luopumisen, näkemyksensä, että päästövähennysten näkökulmasta sähköautoilun edistäminen olisi tehokkaampaa kuin raideliikenneinvestoinnit ja sähköautojen suotuisan vaikutuksen monipuolisen kaupunkirakenteen mahdollistamiseen (Mainio, 2008; Jokinen, 2008a; Punkka-Hänninen, 2008). Vähitellen käsittely muuttui negatiivisempaan suuntaan, kun sähköautot yhdistettiin puutarhamaiseen kaupunkiin ja ”espoolaisen elämäntavan siunaamiseen” (Punkka-Hänninen, 2008.) jonka jälkeen niistä tuli artikkeleiden pääaihe ja sähköautokeskustelu syrjäytyi (Jokinen, 2008b.). Sähköautojen kannattajina nousivat pääkirjoitusosaston ”Vieraskynä”-palstalla esiin myös emeritusprofessori Martti Tiuri, jonka mielestä dieselautoista pitäisi luopua ja siirtyä kestävämmän kehityksen mahdollistaviin sähköautoihin (Tiuri, 2008), sekä Vanhasen hallituksen liikenneministeri Anu Vehviläinen, jonka mukaan verotus ei ainakaan saisi muodostua auton hankinnan esteeksi, kun uutta ja puhtaampaa tekniikkaa alkaa olla autonostajien saatavana laajemmin (Vehviläinen, 2008).

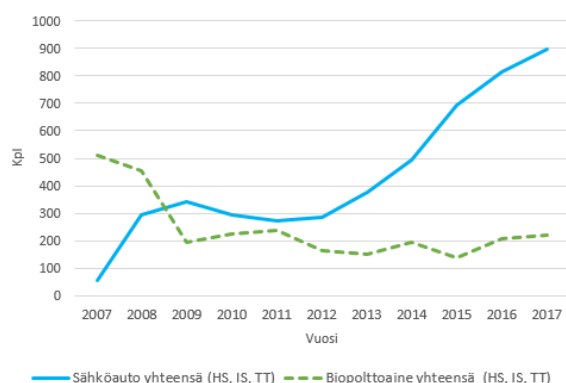
Autonvalmistajista erityisesti Nissan-Renaultin aikeita ryhtyä valmistamaan sähköautoja jo muutaman vuoden sisällä ilmoituksestaan käsiteltiin useammassa artikkeleissa (HS, 2008b), samoin Mitsubishin (HS, 2008e). Myös Audi, Volkswagen, BMW ja Mercedes-Benz ilmoittivat tuovansa sähköistettyjä autoja markkinoille, mutta huomattavasti pi-

demmällä aikavälillä (HS, 2008d) ja automessuilla esiteltiin lukuisia sähköisiä konsepti-autoja, joiden ensimmäistä mahdollista ostoajankohtaa ei kuitenkaan osattu kertoa (Lautsi, 2008).

Mielenkiintoa herättivät myös kotimaisten toimijoiden ilmaantuminen, kuten Stadian ERA-sähköautohanke (HS, 2008g) ja Fisker Karma hybridiauton valmistuksen aloittaminen Valmetin tehtaalla Uudessakaupungissa (HS, 2008a). Suurimman palstatilan kotimaista sähköautohankkeista sai kuitenkin ”open source”-pohjalta toiminut yhteisö, joka muutti vanhoja Toyota Corolloja sähköautoiksi itse, koska autoteollisuus ei tuonutpäästöttömiä malleja markkinoille (Raivio, 2008).

Loppuvuodesta taloustilanteen huonontuessa, myös negatiiviset uutiset lisääntyivät, esimerkiksi sähköautoyhtiö Thinkin rahoitusvaikeudet (HS–Reuters, 2008b), kuten myös Teslan taloudelliset ja tuotannon käynnistämiseen liittyvät ongelmat (HS, 2008f). Kesäkuussa uutisoitiin General Motorsin (GM) vaikeuksista, minkä vuoksi se sulkee suuri-päästöisten autojen tehtaita. Samalla se ilmoitti hyväksyneensä suunnitelman Volt-sähköautojen tuotannosta (Mykkänen, 2008). Syyskuussa GM jo julkisti Volt-sähköauton tuotantomallin (HS, 2008c). Marraskuussa se ilmoitti lopettavansa pääsääntöisesti uusien mallien valmistelun, mutta Voltin kehitystä jatketaan (HS–Reuters, 2008a).

Laman puhjettua uutisoitiin myös sähköautojen myynnin ”pysähtyneen kuin seinään” (HS, 2008h).



Kuvio 30. Sähköautoihin ja biopolttoaineisiin liittyvien artikkelien kokonaismäärät Helsingin Sanomissa, Iltasanomissa ja Tekniikka&Talous -lehdissä.

Kun mukaan tarkasteluun otetaan myös lehdissä julkaistut artikkelit biopolttoaineisiin liittyen (kuvio 30), voidaan nähdä, että sähköautot ovat tiedotusvälineissä julkaistujen artikkelien mukaan olleet huomattavasti kiinnostavampi vaihtoehtoinen käyttövoima. Kuvio myös tuo esiin ”hype-pettymys”-syklin.

5.6.2. Poimintoja julkisen keskustelun aiheisiin liittyen

Vuoden 2008 tarkastelu antoi hyvän kuvan siitä, mitä sähköautoihin liittyvä julkinen keskustelu pääsääntöisesti on tarkastelun perusteella ollut: Paljon sähköautojulkistuksia,

konseptiautoja ja pitkälle tulevaisuuteen suuntautuvia tuotantosuosunnitelmia. Toki autosivujen artikkelit sisältävät myös koeajoja, mutta uusia malleja saadaan odottaa Suomen markkinoille kehittyneempiä sähköautomaita huomattavasti pidempään.

Teslaa ei voi ohittaa Suomenkaan sähköautoihin liittyvästä kirjoittelusta. Esimerkiksi vuonna 2017 Tesla-hakusanalla saatiin HS:ssä tulokseksi 171 artikkelia, kun sähköautoartikkeleita HS:ssä oli 292 kappaletta hakujen tekohetkellä. Artikkelien joukosta löytyy Teslan johtajan Elon Muskin visioita, todistuksia tuotteiden ominaisuuksista, sen haastajiksi ilmoittautuvia tuotejulkistuksia (niin sanotut ”Teslan tappajat”) sekä kriittisiä näkemyksiä menestymisen edellytyksistä taloudellisten ja tuotannollisten ongelmien vuoksi. Yksi räväkimmistä otsikoista lienee General Motorsin johtoon kuuluneen Bob Lutzin lausunnon nosto otsikkoon: ”Teslakin häviää vaatteet päältään” (Riikonen, 2017a).

Valtaosa artikkeleista käsittelee siis edelleen autoja ja kansainvälisiä markkinoita. Vuoden 2008 verrattuna vuonna 2017 on julkaistu huomattavasti syvällisempiä analyyseja sähköautojen menestymisen mahdollisuuksista. Helsingin Sanomien pääkirjoitusosiossa on jopa julkistettu sähköauto jo kilpailevien käyttövoimien voittajaksi lopulta hyvin yksinkertaisesta syystä, eli siitä, että poliitikot ja autojen valmistajat ovat näin päättäneet. Samalla peräänkuulutettiin sitä, että myös Suomessa tämä voitto pitäisi tunnustaa ja rakentaa tulevaisuuden poliittiset linjaukset sen mukaan. (Rautio, 2017).

Erityisesti Suomen mahdollisuuksiin liittyvissä artikkeleissa vuonna 2017 HS:n artikkeleissa käsiteltiin esimerkiksi Suomen kaivostoiminnan edellytyksiä tuottaa kobolttia (HS pääkirjoitus, 2017) ja litiumia raaka-aineiksi akkuteollisuuteen (Mielonen, 2017), Teslan akkutehtaan havittelua Suomeen (Harju, 2017) ja Lappiin syntyneitä liiketoimintaa testiratojen tarjoamisessa auton valmistajille (Riikonen, 2017e; Sippola, 2016) sekä robottiautokokeilusta Tampereella (Sippola, 2017b). Myös aiempina vuosina suosittuja aiheita, eli suomalaisista supersähköautoista Toroidionin vaiheita seurattiin edelleen (Sippola, 2017a) ja myös Metropolian rakentaman supersähköauton myyntiä Kiinaan (Riikonen, 2017d).

Sähköisen liikenteen kokoonpanoon liittyvistä aiheista edelleen voimakkaimmin nousevat esiin latausverkoston rakentaminen ja uutena ilmiönä erityisesti taloyhtiöiden päättöksentekoon ja mahdollisiin ongelmiin latauspisteiden rakentamisessa liittyvät ilmiöt (Bäckgren, 2017; Pohjanpalo, 2017). Myös kerrottiin älykkäiden sähköverkkojen kokeiluista käytännössä esimerkiksi automatisoidusta kysyntäjoustokokeilusta sekä Fortumin kokeiluista Ruotsissa, jossa testataan kotien aurinkopaneelien yhteyteen tulevien pienten akkuvarastojen hyödyntämistä sähköverkon varastona, sekä sähköautojen käyttöä kulutuksen sääntelyyn (Hartikainen, 2017).

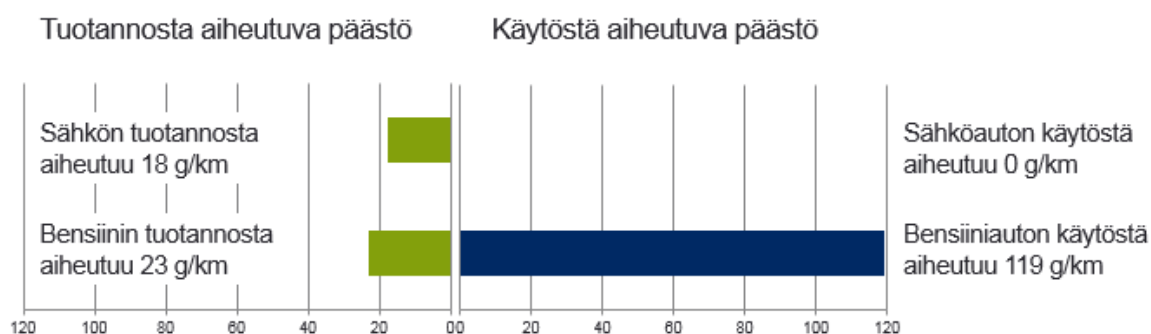
Fingridin kehityspäällikkö Jonne Jäppisen (2017) mukaan yritystä kiinnostaa sähköautojen hyödyntäminen sähköverkon tasapainon hallinnassa ja alueellisten pullonkaulojen hoitamisessa. Mobiileja akkuvarastoja, eli sähköautoja, on kokeiluissa onnistuttu hyödyntämään hyvin nopeastikin sähköverkon taajuuden muutoksien mukaan. Tulevaisuuden mahdollisuuksia sähköautoille älykkäiden sähköverkkojen tasapainottajina voivat myös

olla akuista virranotto verkkoon (vehicle to grid, eli V2G) ja hajautetun sähköntuotannon, esimerkiksi kotitalouksien aurinkopaneelien yhteydessä akkuvarastot. (Jäppinen, 2017).

Suomalainen kansainvälisesti sähköautojen latauspalveluja eräänlaisena palveluoperaattorina tarjoava Virtapiste on tuonut markkinoille ratkaisun, joka voi ratkaista sekä taloyhtiöiden ongelmia latauspisteiden rakentamisessa, että toimia älykkäänä linkkinä sähköverkkoihin päin. Uusiutuva energiantuotanto edellyttää varastointikapasiteettia ja joustoa, mihin Virtapisteen mukaan sähköautot olisivat kustannustehokkain ratkaisu. Virtapisteen tarjoamalla palvelulla esimerkiksi taloyhtiö tai omakotiasuja voisi tarjota omaa latauspistettään myös julkiseen käyttöön ja periä latauksesta palvelun avulla maksun. (IS, 2017a).

5.6.3. Keskustelua sähköautojen päästöihin liittyen

Sekä lakiesitysten perusteluissa, että julkisuudessa nousee esiin toistuvasti kysymys sähköautojen aiheuttamista päästöistä. Tällöin tarkoitetaan sähkön tuotannossa aiheutuvia päästöjä. Samassa yhteydessä ei tarkastelun yhteydessä havaittu tuotavan esiin polttoaineen tuotannosta aiheutuvia päästöjä. Kuviossa 31 on laskettu sähköauton ja ”vähäpäästöisen” bensiiniauton tuottamat päästöt ajon aikana sekä polttoaineen tuotannosta aiheutuvat päästöt.



Kuvio 31. Polttoaineen tuotannosta ja auton käytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt/km Suomessa vuonna 2014. Sähköautolla kulutus 12,7 kWh/100km ja bensiiniautolla kulutus 5 l/100 km.

Kuvion 31 tuotannosta aiheutuvat khk-päästöt on laskettu Energiateollisuus ry:n raportoimilla vuoden 2014 sähkön tuotannon ominaispäästöillä (140 CO₂g/kWh), jotka ovat jatkaneet laskuaan (vuonna 2016 ominaispäästöt olivat 105 CO₂g/kWh, joten niillä laskettuna sähkön tuotannosta olisi aiheutunut päästöjä 14 CO₂g/km) (Energiateollisuus, 2017). Bensiinin osalta on käytetty EU komission Yhteisen Tutkimuskeskuksen käyttämää polttoaineen tuotantoketjun alkupään keskimääräistä laskennallista hiilidioksidipäästölukua (well-to-wheel), jota on myös Suomessa käytetty mm. nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annetun lain perusteena (HE 26/2012). Bensiinin osalta tuo elinkaaren alkupään päästölukema (CO₂e) on 14,2 ja dieselöljyn 15,9 grammaa megajoulelta.

Suomessa sähkön tuotannon ominaispäästöt ovat hyvin alhaiset verrattuna esimerkiksi maihin, joissa sähköä tuotetaan vaikkapa kivihiilellä. Sähkön ja myös polttonesteiden

tuotannossa aiheutuvat päästöt kuuluvat päästökaupan piiriin, eli niille on luotu eräänlainen oma ympäristöohjaukseen perustuva markkinahinnoittelu. Liikenteessä aiheutuvat päästöt ovat päästökaupan piiriin kuulumattomia päästöjä, jonka vuoksi niihin on kohdistettu erikseen kohdennettuja vaatimuksia. Jos sähkön tuotannossa aiheutuvat päästöt luettaisiin mukaan hiilidioksidipäästöihin perustuviin auto- ja ajoneuvoveroihin, niin pitäisi tehdä myöskin bensiinin tuotannosta aiheutuville hiilidioksidipäästöille. Jos näin tehtäisiin, niin seuraava kysymys on, pitäisikö silloin ottaa myöskin ajoneuvojen tuotannosta aiheutuvat päästöt mukaan.

Massachusetts Institute of Technologyn (MIT) tutkijoiden selvityksen mukaan suurikokoisen Teslan seitsemän hengen Model X P100D:n tuotannosta aiheutuu 13 tonnia päästöjä, pienikokoisen ja vähän kuluttava Ford Fiestan tuotannosta vain viisi tonnia. Kuitenkin kokonaisvertailussa 175 000 kilometrin ajosuoritteella Teslan aiheuttamat kokonaispäästöt olivat 35 tonnia ja Ford Fiestan 39 tonnia. (Tuulilasi, 2017). Uutisoinnista ei ilmennyt, mitkä olivat selvityksessä käytetyt sähkön tuotannon ominaispäästöt. On kuitenkin perusteltua sanoa, että sähköauto on joka tapauksessa huomattavasti vähäpäästöisempi kuin vähäpäästöiseksi kutsuttu bensiiniauto.

5.7. Pohdintaa mahdollisuuksien ikkunan avoimuudesta Suomessa

Pohdintaa Suomea koskevien tuloksien osalta on tehty jo työn edetessä keinoihin ja käyttäjäkustannusten tarkasteluun liittyen luvuissa 5.4.5 ja 5.5.3.

Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että poliittisella tasolla asetetut tavoitteet ovat kunnianhimoiset sähköautojen lisääntymiseen liittyen. Ne eivät kuitenkaan ole jalkautuneet riittäviksi ja aktiivisiksi keinoiksi tavoitteisiin pääsemiseksi.

Regiimiä epätasapainottavia keinoja ei kansallisessa tarkastelussa juuri tullut ilmi, lukuun ottamatta vuonna 2007 ja 2011 tehtyjä ensimmäisiä hiilidioksidipäästöihin perustuvia autoverotuksen muutoksia, jolloin vero nousi myös ensirekisteröintien perusteella silloin myytyjen keskimääräisen päästötason omaavilta autoilta. Sen jälkeen vuonna 2015 alkaneissa autoveron alennuksissa vero on laskenut myös ensirekisteröityjen autojen keskimääräistä päästötasoa suuremmat ominaispäästöt omaavilta autoilta. Autoveromuutoksia ei siis ole tehty vallitsevaa regiimiä epätasapainottamalla, vaan pikemminkin nykyistä markkinoilla olevaa tarjontaa suosien ja olemassa olevaa autokantaa liikaa rankaisematta.

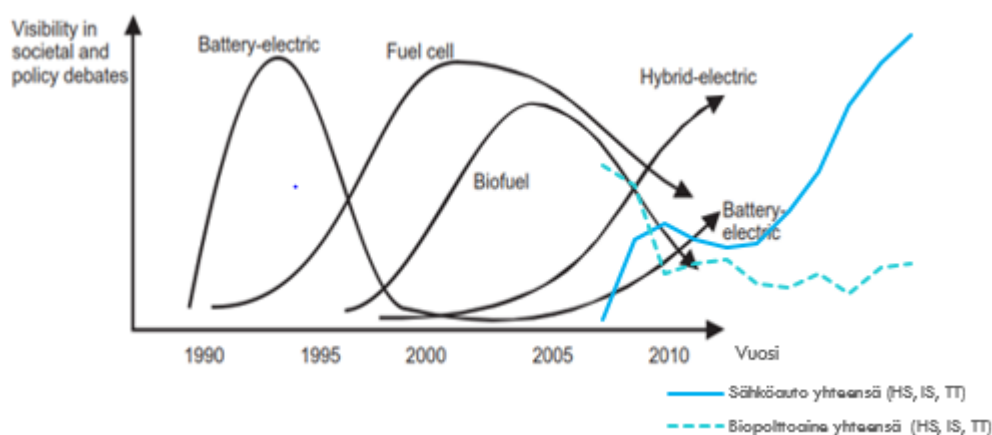
Sähköautonicheä tukevinä keinoina voidaan nähdä hiilidioksidipäästöihin perustuvan auto- ja ajoneuvoveron käyttöönotto, käyttövoimaveron alennus ja hankintatuki sähköautoille. Edellämainitut näkyvät selkeinä ostamisen ja omistamisen verokertymien tason alenemisina erityisesti vuonna 2007 ja 2010 tehtyjen lakien tullessa asteittain voimaan vuosina 2008, 2012 ja 2013. Ajoneuvoveron perusveron muutoksilla hiilidioksidipohjaiseksi ei ole ollut niin suurta merkitystä. Ne eivät kuitenkaan ole onnistuneet tasoitamaan riittävästi sähköauton korkeammasta pyyntihinnasta ja arvonlisäverosta kerty-

vää verotusarvoa, jonka mukaan autovero määräytyy. Tämä näkyy sähköauton omistamisen kustannuksissa, jotka sähköauton pienemmistä käyttökustannuksista huolimatta taasaantuvat vasta auton elinkaaren lopussa. Tätä eroa ei tutkittujen niin sanotusti mahdollisimman saman tasoisten autojen osalta tasaa myöskään määräaikainen 2000 euron hankintatuki sähköautoille.

Autoveron poistovaatimusten taustalla voidaan nähdä olevan pikemminkin autokauppaa yleisesti edistävät vaikuttimet kuin ympäristö- ja päästöjen vähennysnäkökulmat. Itse asiassa hiilidioksidipäästöihin perustuvat auto- ja ajoneuvoverot ovat käytännössä olleet tärkeimmät keinot pieni- tai nollapäästöisten nicheinnovaatioiden, erityisesti sähköautojen tukemiseksi Suomessa.

Vastauksena kysymykseen, tukevatko poliittisesti asetetut tavoitteet ja keinot sähköistä liikennettä Suomessa, voidaan vastata, että jonkin verran, mutta eivät riittävästi. Samalla voidaan vastata kysymykseen, onko kuluttajilla todellinen mahdollisuus valita sähköauto elinkaarikustannusten kannalta, selkeästi, että ei ole.

Positiivinen odotus sähköautoteknologiaa kohtaan puolestaan näkyy selkeästi tiedotusvälineissä ja tietoisuus sähköautoista lisääntynee kuluttajilla myös sen välityksellä. Tiedotusvälineissä on nähtävissä biopolttoaineiden ja sähköautojen innostus-pettymyssykli (hype-disappointment). Se noudattelee ja asettuu jatkamaan Geelsin (2012) tutkimuksessaan havaitsemaa vuoteen 2010 päättynyttä sykliä. Suomessa biopolttoaineiden innostus tiedotusvälineissä on hiipunut vuoden 2008 jälkeen, mikä vastaa myöskin Geelsin (2012) tulosta. Sähköautojen nousu alkoi, kuten Geelsin kuvassa, mutta innostus notkahti hieman vuosikymmenen alussa, jonka jälkeen nousu on ollut voimakasta.



Kuvio 32. Geelsin (2012) havaitseman innostus-pettymyssyklin jatkuminen Suomessa.

Kahteen vuoteen 2008 ja 2017 tehty pintapuolinen tarkastelu Helsingin Sanomien aineistoista osoitti tiettyjen teemojen toistuvuutta: innostus uusia automalleja kohtaan, kansainvälisen kehityksen korostunut seuraaminen, Teslan tuotannolliset ja taloudelliset ongelmat, autonvalmistajien ilmoitukset ryhtyä valmistamaan sähköautoja erityisesti niiden kohdattua ongelmia, konseptiautot autonäyttelyissä, sähköautojen ja niiden valmistajien haasteet sekä automallien vähäinen saatavuus Suomessa ja latausverkoston raken-

taminen. Suurin erottava tekijä oli oikeastaan se, että vuonna 2008 toimituksen kannanotoissa suhtauduttiin jonkin verran skeptisemmin sähköautoihin, kun vuonna 2017 se jo päätoimitusosaston kirjoittelussa julistettiin vaihtoehtoisten käyttövoimien voittajaksi.

Miten ikkuna voitaisiin avata –kysymystä on tarkasteltu esimerkiksi verotukseen liittyen, jonka tiimoilta on hahmoteltu vaihtoehtoja nykyiselle autoverotaulukolle pyrkimyksenä lisätä autoveron ympäristöohjaavuutta. Käyttäjäkustannusten analysoinnin yhteydessä tarkisteltiin myös monipuolisemman tukipaketin vaikutusta. Auto- ja ajoneuvoveron poistaminen nolla- ja pienipäästöisiltä, hankintatuen jatkuminen ja WLTP-mittausten arvioitujen päästötasojen korotuksen vieminen auto- ja ajoneuvoverotasoihin sellaisenaan teki sähköauton hankinnasta kustannustehokkaan jo kuuden vuoden kuluessa verrattuna bensiiniautoon. Hahmoteltujen verotusvaihtoehtojen laskentaa sen vaikutuksesta omistamisen kustannuksiin ei tässä yhteydessä tehty.

Mahdollisuuksien ikkunan arviointikehikkoon voidaan koostaa Suomen tarkasteluun liittyvät johtopäätökset pelkistetyksi (taulukko 9), kuten aiemmin tehtiin kansainvälisen ikkunan avoimuuden tarkastelun osalta. Pelkistetyt johtopäätökset tehtyyn tarkasteluun ja pohdintaan liittyen viedään kyllä (K) tai ei (E) vastauksina luvussa 3.3. esiteltyyn mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden arviointikehikkoon. Kehikkoa tulkitaan niin, että mitä enemmän mahdollistavissa ja edistävissä tekijöissä on K vastauksia ja puuttuvissa tai estävissä tekijöissä on E vastauksia, sitä todennäköisempää mahdollisuuksien ikkunan avoimuus on.

Taulukko 9. Mahdollisuuksien ikkunan avoimuuden tarkastelu Suomessa

Aikaikkunan avoimuus ?	Mahdollistavia / edistäviä Tekijöitä		Puuttuvia / estäviä tekijöitä	
Toimintaympäristö (landscape) yhteiskunnallinen / globaali kehitys, trendit, asenneilmasto, talous, poliittiset päätökset/tavoitteet	Toimintaympäristön muutokset: Muutosten tulkinta realisoituu poliittisiksi tavoitteiksi ja keinoiksi: Paineet ja/tai tuki muutoksen katalysaattoreina.	K K/E E/K	Tulkinta toimintaympäristön muutoksesta puutteellinen politiikan tavoitteet ja/tai keinot eivät tue muutosta. "Annetaan markkinoiden ratkaista"-kehityspolku.	E E/K K
Nykytilanne / nykyinen Toimintamalli (regiimi) Tämän hetkinen todellisuus, olemassa olevat rakenteet, säännöt, tavat, toimijat	Toimintamallin ongelmat, joihin tarvitaan uusia ratkaisuja. Inkrementaalinen kehitys ei riitä. Toimialan keskinäinen kilpailu laukaisee dominoefektin. Kuluttajat haluavat valita toisin.	K K E E/K	Regiimin lukkiutuminen nykyisiin toimintamalleihin. Kuluttaja ei halua tai hänellä ei ole realistista mahdollisuutta vaihtoehtoon.	K E/K
Niche – Innovaatiot Uudet ideat, innovaatiot ja ilmiöt, jotka vaikuttavat Kehitys, joka ei vielä valta-virtaa	Riittävän kehittynyt niche, joka pystyy tarjoamaan vaihtoehdon. Ratkaisuja näköpiirissä, jolla puutteet ratkaistaan.	K/E K	Vaihtoehto ei riittävän kiinnostava tai houkutteleva / todellisuudessa mahdollinen. Puutteet liian suuria.	E/K E/K

Suomen osalta vastaus tutkimuskysymykseen kaksi: ”Onko mahdollisuuksien ikkuna sähköiselle liikenteelle avoinna Suomessa?” ei ole yhtä selkeä kuin kansainvälisen tason tarkastelussa. Jonkin verran arviointiin vaikutti se, halusiko arvioinnin pitää vain selkeästi Suomen rajojen sisäpuolella tapahtuvana vai ottaa myös kansainvälistä Suomeen kohdistuvaa vaikutusta mukaan arviointiin. Selvää joka tapauksessa on, että ainakaan ikkuna ei ole niin avoinna, kuin se kansainvälisesti näyttäisi olevan. Ikkuna lienee siis raollaan.

Yleisesti ottaen Suomessa näytettäisiin seuraavan sähköautojen osalta ”markkinat ratkaisee” kehityspolkua, eli inkrementaaliin muutokseen perustuvaa mukautumispolkua, jossa odotetaan EU-tason päätösten ja toimenpiteiden ratkaisevan osittain myös kansallisen tason tavoitteiden saavuttamisen esimerkiksi autonvalmistajille asetettujen tavoitteiden avulla.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastataan johtopäätöksissä, jossa kansainvälinen ja kansallinen tarkastelu yhtyy.

6. Tulosten pohdinta ja johtopäätökset

Tuloksia kansainvälisellä ja kansallisella tasolla on pohdittu kummankin tarkasteluosion lopuksi kappaleissa 4.8 ja 5.7. Kansainvälisen tason tarkastelussa löydettiin vastaus ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ja todettiin, että sähköautojen mahdollisuuksien ikkuna on avoinna kansainvälisesti. Suomen osalta vastaus ei ollut yhtä selkeä, vaan vastauksena toiseen tutkimuskysymykseen päädyttiin siihen, että ikkuna on raollaan. Onko ikkuna avautumassa vai sulkeutumassa sitä pohditaan vielä hieman seuraavassa alaluvussa. Sen jälkeen pohditaan vielä vastausta kolmanteen tutkimuskysymykseen.

Luvussa tehdään käytännön johtopäätöksiä myös politiikkasuosituksia (”policy implications”), arvioidaan tutkimusta sekä esitetään jatkotutkimuksen aiheita.

6.1. Aikaikkunan avoimuudesta Suomi-painotuksella

Kansainvälisen ja kansallisen tason tarkastelut tehtiin aiemmin luvuissa 4.8 ja 5.7. Johtopäätöksenä työssä ilmitulleista asioista koostetaan vielä kansainvälisen ja kansallisen tason havaintoja yhdistävä taulukko 10. Tutkimuksen aikana havaittiin tavoite-keino-ketjujen syklittyminen, kun tarkastelua tehdään sekä kansainvälisellä että kansallisella tasolla. Esimerkiksi toimintaympäristössä tapahtuva ilmastonmuutos johtaa kansainvälisiin sopimuksiin, joissa sovitaan tavoitteista ja keinoista esimerkiksi kasvihuonekaasujen vähentämiseen tietylle tasolle. Tämä toimii toimintaympäristön muutoksena EU:lle, joka asettaa omat tavoitteet ja keinot esimerkiksi jäsenmaakohtaiset päästövähennykset, jotka niiden tulisi toteuttaa. Nämä taas toimivat toimintaympäristön muutoksena kansalliselle tasolle, jossa sama toistuu. Siksi taulukossakin on tekijöitä, jotka vaikuttavat molemmilla tasoilla ja osa vain Suomessa. Suurin osa asioista on yleistettävissä molempien tasojen johtopäätöksiksi ikkunan avoimuutta edistävistä ja estävistä tekijöistä.

Taulukko 10. Sähköautojen mahdollisuuksien ikkunan avoimuuteen vaikuttavia tekijöitä kansainvälisellä tasolla ja Suomessa.

	Mahdollistavat/edistävät tekijät	Puuttuvat /estävät tekijät
Landscape Toimintaympäristö	<p>Irtaantumistavoitteet öljyriippuvuudesta, Kiinan vetorooli Ilmastonmuutos → Kansainväliset sopimukset → EU päästötavoitteet, vaatimukset valmistajille ja jäsenmaille → Kansalliset tavoitteet ja keinot → Autoilun verotus vähäpäästöisiä suosivaksi, hankintatuet kuluttajille</p> <p>Jakamistalous –trendi ja teknologia Väestön ikääntyminen → Liikenteen kasvu Kondratieffin 6.sykli: resurssitehokkuus</p>	<p>Eu ei ole asettanut autonvalmistajille kiintiöitä nollapäästöisille autoille vrt. ZEV-mandaatti</p> <p>Teknologiariippumattomuus-periaate → Kannustimia ei ole kohdennettu sähköautoihin</p> <p>Ei keinoja regiimin horjuttamiseen Politiikan tulkinta ratkaisusta painottuu Suomessa biopolttoaineisiin Taloudellinen tilanne</p>
Regiimi Toimintamalli	<p>Päästörajojen saavuttamisvaikeudet polttomoottoriteknikalla Päästöhuijaukset, julkinen paine, sanktiot Päästögap= NECD→ WLTP-muutos Autoteollisuuden vaikeudet, kartellisyttökset Dominoefekti sähköautojen valmistamiseksi käynnistynyt (regiimi puolustautuu ja mukautuu)</p> <p>Akkukehitys (hinta ja ominaisuudet)</p>	<p>100-v. kehityspanokset polttomoottoreihin, polkuriippuvuus, HEV > BEV Vahva toimijaverkosto polttomoottori- ja polttoainegenressä Autoilukulttuuri, tottumukset, kokemusten puute sähköautoista Sähköautojen hinta, tarjonta ja saatavuus, toimitusajat Riittävien kannusteiden puute hankinnassa → autokanta ei uusiudu, käytettyjen sähköautojen puute Toimintasäde rajallinen</p>
Niche – Innovaatiot	<p>Tesla, Tesla-ekosysteemi nousevat kiinalaiset haastajat Virta. –latauspisteoperaattori, jakamislaitaus (C to C) Toroidion, Linkker, akkuteollisuus Sähköverkkojen tasapaino ja älykkäät sähköverkot, akkuinnovaatiot Robottiautot, älyliikenne, ICT liikenteessä Uudet resurssivahvat toimijat (pääoma, innovatiivisuus, tapa toimia, avoimet platformit) Auto päätelaitteena Suomen vahvuudet: ICT- ja mobiiliosaaminen, lainsäädäntö mahdollistaa robotiautokokeilut, osaaminen talviolosuhteissa, ei vanhaa autoteollisuutta, älyverkko-osaaminen</p>	<p>Riittävän suuri autokanta puuttuu - estää kokeiluja → siirtyvät muualle→osaaminen kasvaa muualla Suomi ei ole edelläkävijä sähköisessä liikenteessä: → ei kiinnostava kumppani → suomalaisten yritysten haasteet → Uusimpien mallien saanti Suomen markkinoille kestää, negatiivinen sykli sähköautojen yleistymiselle</p> <p>Ymmärrys liiketoimintapotentiaalista puuttuu Pääoman puute</p>

Aukeaako vai sulkeutuuko Suomen raollaan oleva mahdollisuuksien ikkuna sähköautoille, riippuu paitsi kansallisesta näkymästä, niin myöskin siitä, miten kansainvälisen tason ulottuvuuksien ilmiöt rantautuvat Suomeen. Esimerkiksi Teslan vaikutus näkyy kansainvälisen tason nichen lisäksi myös Suomen nichessä vaikutuksena esimerkiksi lataus-
asemien kehitykseen sekä yleisesti sähköautokannan ja sähköautojen kiinnostavuuden lisääntymisenä. Vastaavanlaista ilmiötä eri tarkastelutasoilla ja MLP:n eri ulottuvuuksien välillä tapahtuvaa syklittymistä ovat havainneet myös Nilsson ja Nykvist (2015).

Pennan ja Geelsin (2015a) havaitsemat autoteollisuuden harjoittamat symboliset teot tulivat ilmi myös tässä tutkimuksessa. Tutkimuksessa tehtiin useampia havaintoja, joita leimasi tietynlainenkaavamaisuus: kun autonvalmistaja ajautui ongelmiin, se melko pian ilmoitti tuovansa markkinoille sähköauton tai useampia malleja. Esimerkiksi General Motors ajautui vuonna 2008 taloudellisiin ongelmiin ja ilmoitti samalla tuovansa markkinoille uuden sähköauton. Volkswagen ajautui päästöskandaaliin vuonna 2015 ja ilmoitti tuovansa markkinoille useita sähköautoja. Samoin ovat tehneet myös monet muut autobrandit, kuten Ford, Daimler, Audi ja Porsche. Symboliset teot näyttäytyvät myös siten, että konseptiautojen tasolla tehdään lukuisia julkistuksia, mutta tuotannon aloittamisen, markkinoille saataville tulon, toimitusaikojen sekä markkinointiaktiviteettien kanssa viivytellään. Osaltaan perinteiset autonvalmistajat pyrkivät pitämään yllä tilannetta, jossa tulevaisuuden käyttövoiman asemasta kilpailee useita teknologioita (esimerkiksi General Motors ja vetyteknologia).

Autoteollisuuden kannattaa ylläpitää tilaa, jossa voittavaa Nicheä ei löydy, jotta haastajien asemaa saataisiin heikennettyä epävarmuuden jatkuessa voittavasta käyttövoimasta. Muutospolkujen kannalta ajateltuna teknologian korvautuminen muutospolku tarkoittaa polttomootoriteknologian luovaa tuhoa. Autoteollisuuden ydinosaaminen keskittyy juuri siihen. Sen takia niiden kannattaa ehkäistä teknologian korvautumisen polkua ja pyrkiä pitämään se korkeintaan hajaantumisen ja uudelleensuuntautumisen polulla (paljon kilpailevia nicheteknologioita) tai mieluiten uudelleenjärjestelypolulla, jolloin ne vain lisäävät sähkömoottorin yhtenä komponenttina polttomootorin rinnalle.

Suomessa on omaksuttu linja teknologianeutraalisuudesta esimerkiksi verotuksen suhteen, jota Suomen autoalan toimijat kiittelevät. Jotta autonvalmistajat pitäytyisivät julkistuksissaan sähköautomalleista tai tuotantolinjojen sähköistämisestä, on tärkeää, että esimerkiksi EU pitää kiinni regiimin horjuttamistoimistaan, eli valmistajille asetetuista päästövaatimuksista ja niille asetetuista sanktioista. Samoin on tärkeää, että Kiinan valinta sähköautosta tulevaisuuden käyttövoimana jatkuu. Muuten on vaarana, että sähköauto jää tälläkin kertaa vain symboliseksi teoksi.

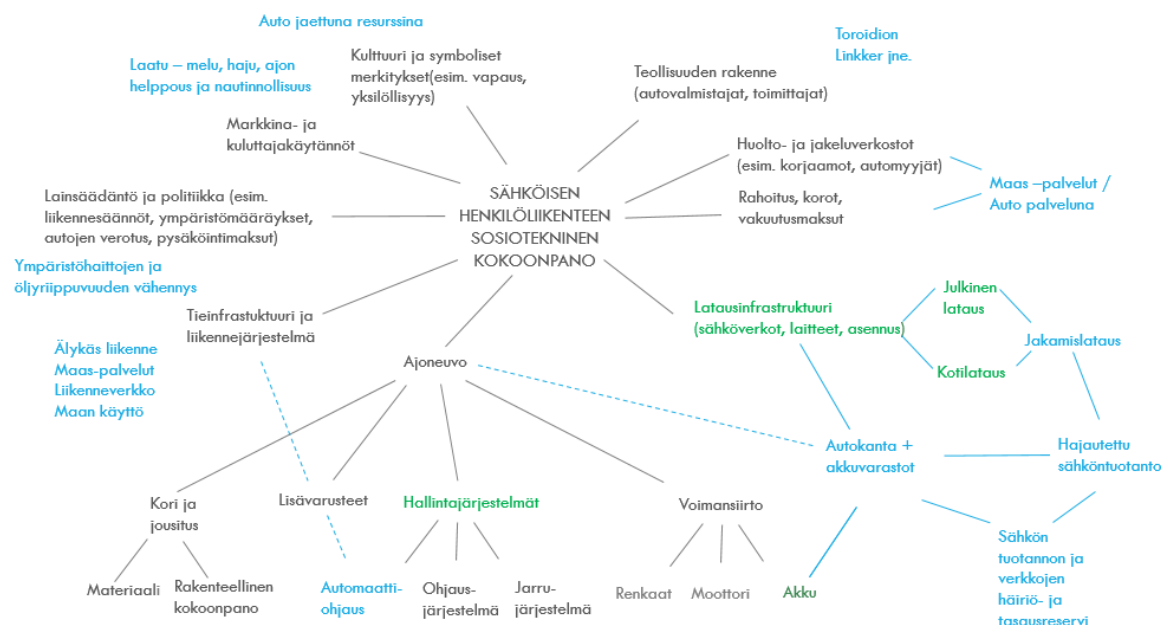
Yhteenvetona voidaan vielä todeta, että pääajureina sähköautojen mahdollisuuksien ikkunan pysymiseksi auki kansainvälisellä tasolla ovat uusien autonvalmistajien erityisesti Teslan ilmaantuminen ja vahvistuminen markkinoilla, Kiinan voimakas kehitys sekä myynnin että tuotannon suhteen, akkujen kehittyminen ja niiden hintojen alentuminen, päästövaatimukset ja autonvalmistajien ongelmat polttomootoriteknologiaan liittyen

sekä siitä uhkaavat sanktiot. Vastustavina voimina puolestaan voivat olla muutokset ajureissa, esimerkiksi sanktioiden kevennys tai Kiinan valitseman suunnan muuttuminen. Autoteollisuuden ylläpitämä epävarmuuden tunne tulevaisuuden käyttövoimista sekä sähköistyminen perinteisellä hybriditeknologialla pitävät polttomoottorin edelleen auton ydinkomponenttina. Se voi pitkittää laajaa sosioteknistä muutosta kohti sähköisen liikenteen kokoonpanoa.

Kansallisella tasolla pääajureina sähköautojen mahdollisuuksien ikkunan avautumisen suuntaan voisivat toimia yllä kuvattu kansainvälisen tason kehitys ja sitä kautta sähköautomallien tulo markkinoille, signaalien vahvistuminen sähköautoja suosivaan suuntaan, verotuksen ja muiden tukimuotojen kehittäminen sekä laajemman sähköisen liikenteen muutoksen tarjoamien mahdollisuuksien tunnistaminen. Mahdollisuuksien ikkunan sulkeutumisen suuntaan puolestaan ohjaisi esimerkiksi autoverosta luopuminen, hybridi-kehityksen (ei-ladattavat) tukeminen verotuksella sekä ylipäättään epävarmuus linjauksissa tai niiden eriävyys kansainvälisestä kehityksestä tulevaisuuden käyttövoimaan liittyen.

6.2. Sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano Suomessa

Tutkimuksen kolmas tutkimuskysymys oli millainen voisi olla sähköisen liikenteen sosiotekninen kokonaisuus Suomessa. Aiemmin tutkimuksessa esiteltyjen tulosten sekä niiden selvittämisen yhteydessä tehtyjen havaintojen ja johtopäätösten avulla on hahmoteltu kuva siitä, miten se voisi rakentua. Apuna tässä on ollut Geelsin (2002) alkuperäinen ja Teslan tarkastelun yhteydessä siitä muunneltu kuva henkilöliikenteen kokoonpanosta.



Kuvio 33. Mahdollinen sähköisen henkilöliikenteen kokoonpano ja sen kehittymismahdollisuuksia Suomessa.

Kuvion 33 tulkinnessa sinisellä merkityt asiat ovat mahdollisuuksia, vihreät asioita, joiden pitää muuttua joka tapauksessa siirryttäessä sähköiseen järjestelmään. Sähköisen henkilöliikenteen sosiotekninen kokoonpano pyrkii visualisoimaan sen, mitä uusia mahdollisuuksia sähköiseen liikenteeseen siirtyminen voi mahdollistaa.

Ajoneuvo ei ole pelkästään ajoneuvo ja osa liikennejärjestelmää, vaan se voi olla myös osa sähköverkkoa mikä tarkoittaa myös samalla resurssitehokkuutta. Suurimman osan ajasta paikallaan seisova auto voi olla osa sähköntuotannon ja sähköverkkojen häiriö- ja taseusreserviä. Se voi olla myös osa hajautettua ympäristöystävällistä sähköntuotantoa ja toimia energiavarastona kotitalousakkujen lisäksi.

Yksi oleellinen mahdollisuus on koti- ja julkisen latauksen välimaastoon sijoittuvan jakamislatauksen yleistyminen. Sen ansiosta infrastuktuuri-investointien sijasta voitaisiin tukea esimerkiksi sähköautokannan yleistymistä. Jakamislatauspisteet voisivat olla myös ratkaisu esiin nousseisiin ongelmiin, joita taloyhtiöissä on noussut latauspisteiden rakentamiseen liittyen. Osakkaiden saattaisi olla helpompi hyväksyä rakentamisen kustannukset, jos taloyhtiöllä olisi myös mahdollisuus tienata se takaisin. Tai toisaalta, ihmiset jaksavat kotejaan myös muiden käyttöön, miksi he eivät jakaisi asunnon ulkopuolella olevaa latauspistoketta, kun eivät sitä itse tarvitse, ja saada sillä tavalla katettua omasta investoinnista aiheutuneita kustannuksia. Sähköautollahan ”tankkausmahdollisuus” on periaatteessa yhtä lähellä kuin lähin pistorasia.

6.3. Poliittikasuosituksia

Tutkimuksen käytännön hyödyt voivat kohdistua erityisesti tutkimuskysymyksen kolme vastauksen myötä luotuun hahmotelmaan siitä, miten voisi rakentua niin sanottu kansallinen versio Teslan luomasta visiosta. Käytännön hyötyinä voidaan nähdä myös verotuksen ja omistamisen kustannusten tiimoilta tehdyt laskelmat, jotka luovat näkymää siihen, miten nykyiset veromallit vaikuttavat käytännössä. Johtopäätöksinä ja yhteenvetona on tähän lukuun vielä koottu poliittikasuosituksia, jotka tutkimuksen mukaan voisivat auttaa sähköautokannan yleistymisessä Suomessa.

Julkisessa keskustelussa säännöllisesti esillä oleva autoveron poistaminen kaikilta autoilta olisi erityisen turmiollista sähköautojen yleistymisen kannalta. Hiilidioksidipäästöihin perustuva autovero tarjoaa sähköautoille ja muille vaihtoehtoisille käyttövoimille niiden tarvitsemaa etua ympäristön kannalta haitallisempiin, mutta myyntihinnoiltaan halvempiin bensiinautoihin nähden. On suuri vaara, että kuluttajat päätyisivät ostamaan veron poiston innoittamina nykyistä suurempipäästöisempiä polttomoottoriautoja, mikä vaikeuttaisi erityisesti päästöalennustavoitteiden saavuttamista vuonna 2030.

Autoverosta ei luovuta kaikkien autojen osalta ainakaan ennen kuin sähköautojen hinnat ovat alentuneet saman tehoisten polttomoottoriautojen rinnalle. Autovero voidaan kuitenkin poistaa jo ennen sitä nolla- tai pienipäästöisiltä autoilta.

Autoverotuksen ympäristöohjaavuus tarkistetaan vastaamaan paremmin ensirekisteröityjen autojen nykyisiä päästöluokkia: veron nykyinen maksimitaso saavutettaisiin jo 200 g/km ominaispäästöillä.

Ajoneuvoverotuksen tarkistamisessa on huolehdittava siitä, että sähköautojen päästötmyys näkyy paremmin veron tasossa. Ympäristöohjaavuuden parantaminen tulee suorittaa siten, että päästöttömillä autoilla on selkeä etu. Sähköautojen osalta tulisi harkita käyttövoimaverosta luopumista tai ainakin sen merkittävää alentamista.

Teknologianeutraalisuuden periaatteesta luopuminen tai sen selkeämpi uudelleen määrittely. Teknologianeutraalia ei välttämättä ole se, että kaikilta peritään sama vero, tai että ei voi tehdä veromuutoksia, jotka kohdistuvat eri tavoin paljon saastuttavia ja vähän saastuttavia kohtaan. Yhtä hyvin teknologianeutraalina verotuksena voidaan pitää mallia, joka tasaa eri uusien ja vanhojen teknologioiden välistä hintaeroa.

Uusien mahdollisten tienkäyttömaksujen valmistelun yhteydessä on huolehdittava ympäristöohjauksen toteutumisesta nolla- ja pienipäästöisiä suosien.

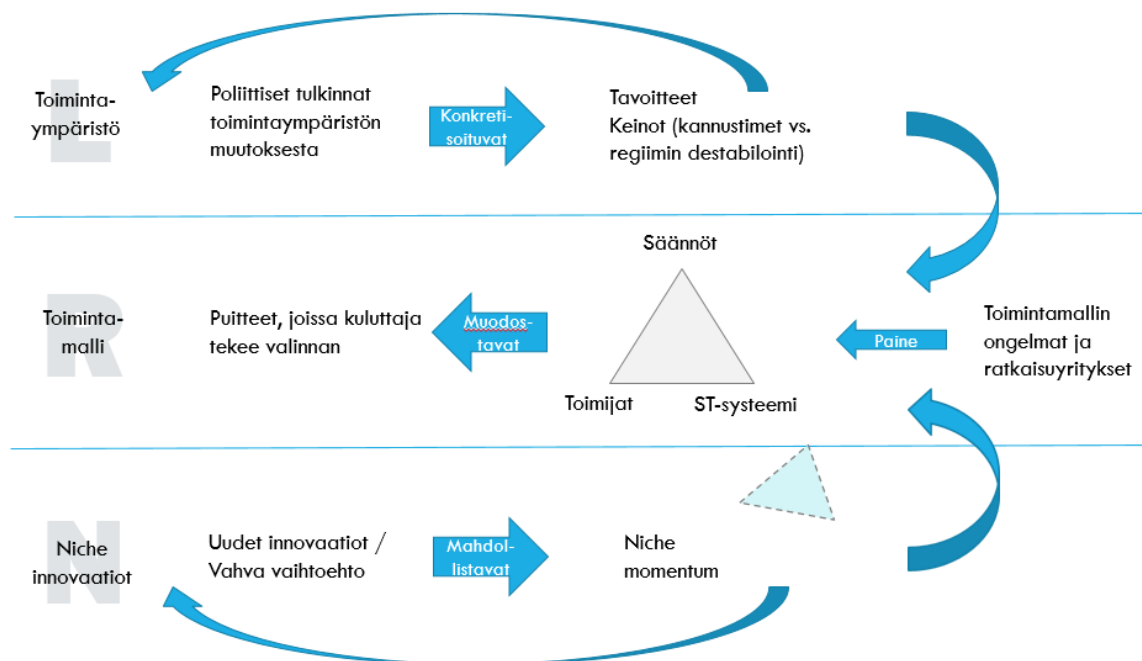
On harkittava uusien tuotteiden markkinointiin liittyviä hinnoittelumalleja myös henkilöautoverotukseen. Sähköautokannan ja pienipäästöisten käyttövoimien kannan kasvattamiseksi on annettava merkittäviä etuja, jotta nollapäästöiset autot lisääntyisivät Suomessa ja vasta myöhemmin tarkistaa verokannan tasoa uudelleen. Nykyisessä veromallissa on varauduttu etukäteen varmistamaan veropohja, jos muutos tapahtuu ja se ei välttämättä tapahdu, jos verotus ei ohjaa siihen.

WLTP- mittaustavasta aiheutuvat päästötasojen muutokset otetaan nopeasti ja sellaiseen verotukseen, mahdollinen ylijäämä ohjataan pienipäästöisten tukimalleihin.

6.4. Pelkistetyn viitekehysten arviointi ja sen tarkennus

Luvussa 6.1 tuotiin esiin havainto monitasoperspektiivin tarkastelu-ulottuvuuksien syklittäisyydestä, kun tarkastelua tehdään kansainvälisellä ja kansallisella tasolla. Tämän asian oivaltaminen kesti jonkin aikaa tutkijalle itselleen, joten on syytä tarkistaa pelkistetty viitekehys vastaamaan havaintoa. Näin se voi toimia muidenkin tutkijoiden apuna, jos tarkastelu tapahtuu esimerkiksi kansainvälisellä ja kansallisella, tai kansallisella ja paikallisella tasolla.

Pelkistetty viitekehys soveltuu erityisesti yksittäisen nichen tarkasteluun. Kun tarkastellaan useampia toistensa kanssa kilpailevia nichejä, Geelsin (kuvio 8) esittämä alkuperäinen viitekehys on todennäköisesti toimivampi.



Kuvio 34. Pelkistetyn viitekehyksen tarkistus.

Viitekehys osoittautui toimivaksi tavaksi jäsentää tutkittavaa asiaa. Samalla se toimi eräänlaisena tutkimuksen prosessikaaviona ja huoneentauluna, joka jäsensi tutkimuksen suorittamista.

6.5. Arviointia henkilöliikenteen sosioteknisen kokoonpanomallin ja arviointikehikon toimivuudesta

Työkaluina aineiston tiedonhaussa, jäsentämisessä ja arvioinnissa käytettiin Geelsin mallia henkilöliikenteen sosioteknisestä kokoonpanosta sekä kirjallisuuskatsauksen pohjalta työstettyä arviointi-ikkunaa.

Sosioteknistä kokoonpano-kuvaa käytettiin hyödyksi kahdella eri tavalla. Ensinnäkin jäsenettäessä, miten Tesla on pyrkinyt muuttamaan vallitsevaa toimintamallia. Toiseksi sitä sovellettiin Tesla-esimerkin pohjalta luomaan kuva siitä, miten sähköinen henkilöliikenne voisi Suomessa rakentua (kuvio 33). Huomattiin, että sähköisen henkilöliikenteen kokoonpano on joka tapauksessa erilainen kuin Geelsin alun perin esittämä. Kirjallisuudesta ei löydetty tutkimuksen yhteydessä sähköiselle liikenteelle uudistettua mallia. Näin sillä saattaisi olla myös lisäarvoa tulevia tutkimuksia ajatellen.

Analyysi-ikkuna osoitti voimansa tutkijalle ehkä itselleenkin pienoisenä yllätyksenä. Ikkunaa käytettiin kolmessa eri yhteydessä. Luvussa 3 määritettiin sen avulla etukäteen kirjallisuuden ja tutkijan valintojen perusteella, mitkä asiat ovat lopulta relevantteja, kun arvioidaan mahdollisuuksien ikkunan avoimuutta. Tässä yhteydessä sen avulla pystyttiin jäsentämään tarkemmin myös näkökulmia ja kiinnostuksen kohteena olevia asioita, sekä niihin liittyviä tiedon tarpeita.

Kansainvälisen ja kansallisen tason johtopäätösten teossa sitä käytettiin hyvin suoraviivaisesti: onko vastaus tähän tekijään kyllä vai ei. Lopulta sitä käytettiin kokoamaan kansainvälisen ja kansallisen tason tarkasteluissa tulleita johtopäätöksiä ikkunan avoimuutta edistävästä ja ehkäisevästä tekijöistä.

6.6. Tutkimuksen arviointia

Tutkimus oli luonteeltaan laadullinen ja siinä käytettiin hyväksi myös laskelmiin liittyviä menetelmiä. Guba & Lincolnin (1989) mukaan laadullisen tutkimuksen arviointikriteereitä ovat totuusarvo, sovellettavuus, pysyvyys ja neutraalisuus. Näitä tarkastellaan seuraavaksi lyhyesti. Lisäksi on tarkasteltu virhelähteitä.

Totuusarvo

Ennen tutkimuksen suorittamista tutkija oli työskennellyt Teknologiateollisuuden sähköisen liikenteen toimialaryhmässä neljä kuukautta. Työtehtävien yhteydessä hän pääsi tutustumaan moniin toimijatahoihin, jotka liittyvät jollakin tavalla sähköisen liikenteen kokonaisuuteen. Jo tuolloin tutkija havaitsi, että kyseessä oli paljon laajempi asia, kuin pelkät sähköautot. Työtehtävien aikana tutkija perehtyi aihepiiriin laaja-alaisesti ja lopulta fokuusoituen tiettyihin kysymyksiin. Tuolloin löytyi myös relevantteja tiedon lähteitä myös tutkimuksen kannalta.

Varsinainen tutkimus toteutettiin pitkälti sekundäärilähteisiin perustuen. Tällöin jo alkuperäinen tulkitsija on voinut antaa asioille merkityksiä, joita ei todellisuudessa ole olemassa. Tietoa haettiin kuitenkin useista eri lähteistä ja mahdollisuuksien mukaan haettiin vielä tietoa alkuperäisen tiedon lähteeltä, jos sellainen oli järkevällä tavalla saatavissa. Useimmissa tapauksissa tietoa haettiin niin sanotusti fakta- tai uutispohjalta, eli mitä asioita oli tapahtunut, pikemmin, kuin miten niitä oli tulkittu. Toki myös esimerkiksi tiedotusvälineillä on oma kriteeristönsä, mitkä asiat ylipäänsä nousevat uutisoitaviksi asioiksi. Kvalitatiivisen analyysin apuna on käytetty myös kvantitatiivisia elementtejä, kuten tilastoja sekä tehtyjä laskelmia

Arviointia lähteistä tehtiin koko tutkimusprosessin ajan. Se aloitettiin jo tutkimuksessa käytetyn sosioteknisen siirtymän tarkastelunäkökulman valinnan arvioinnista. Arviointi tässä yhteydessä tehtiin toistamalla Markardin ja muiden (2012) tekemä sosioteknisen tutkimuksen päätutkimushaarojen relevanttiuden arviointi. Tästä on kerrottu tarkemmin luvussa 2.2. Tutkimuksen aikana saatuja tuloksia myös arvioitiin työn edetessä ja tästä on pyritty kertomaan myös lukijalle.

Totuusarvoa heikentävä tekijä voi olla tulkintojen ja johtopäätösten perusteiden näkyvyys. Vaikka tutkija on pyrkinyt raportoimaan havaitsemiaan asioita mahdollisimman tarkasti, niin kaikkea tietoa aiheesta ei pysty eikä ole järkevää siirtää kirjoitettuun muotoon. Tällöin lukijalle voi välittyä paikoitellen välittyä kuva päättelyketjun katkeamisesta.

Pysyvyys

Toistettavuuden ja käytettyjen menetelmien arvioitavuuden vuoksi myös lukijan toimesta on kerrottu aineiston valinnasta ja käsittelystä yksityiskohtaisemmin luvussa 3.4. Suoritettujen laskelmien kannalta niissä käytetyt lähtötiedot ja laskentaan liittyvät oletukset, joita on käytetty muuttujina, ovat erityisen tärkeitä. Ne on pyritty kuvaamaan myös lukijalle mahdollisimman selkeästi ja yksityiskohtaisesti. Esimerkiksi laskennan lähtötiedot ovat nähtävillä liitteessä 4.

Sovellettavuus

Jotta tutkimusta voisi soveltaa paremmin myös toisessa kontekstissa, niin on tehty tarkennus pelkistettyyn viitekehyksen tutkimuksen aikana tehtyjen havaintojen pohjalta. Tästä on kerrottu tarkemmin luvussa 6.4.

Neutraalisuus (Eettisyys)

Tutkijalla ei ole sidonnaisuuksia autoteollisuuteen tai sähköisen liikenteen yrityksiin ja hän ei omista siihen millään tavalla liittyvien yritysten osakkeita. Tutkijalla itsellään ei myöskään ole sähköautoa, vaan perheessä on vanha polttomoottoriauto, jonka ominaishiilidioksidipäästöjä ei voi luokitella vähäpäästöisiksi. Tutkimusta ennen tutkija oli työskennellyt Teknologiateollisuus ry:ssä tuottamassa vaikuttajamateriaalia sähköisen liikenteen toimialaryhmälle. Tässäkin työssä keskityttiin enimmäkseen objektiivisen tiedon keräämiseen, tuottamiseen ja sen esillepanon muotoiluun. Toki myönteisellä asenteilmastolla sähköistä liikennettä kohtaan on voinut olla jonkinlaista vaikutusta myös tutkijan asenteisiin. Tutkimuksessa on pyritty kuitenkin säilyttämään objektiivisuus niin tiedon keräämisessä kuin sen arvioinnissakin.

Mahdollisia virhelähteitä

Laskelmiin liittyy useita hyvin laajoja laskentataulukkoita ja lopputuloksiin vaikuttavat useat muuttujat, joiden laskentaan liittyy monimutkaisia laskentafunktioita. Taulukot ovat laajentuneet iterointikierrosten myötä ymmärryksen ja laskentatarpeiden lisääntyessä, laskentakaavoja on lisätty ja korjattu aiempia suoraviivaisempia laskentatapoja hienostuneemmiksi eri tilanteet huomioon ottaviksi. On toki mahdollista, että johonkin kohtaan kaavoissa on jäänyt virhe tai esimerkiksi verotukseen liittyvät laskentaohjeet ovat joltakin osin ymmärretty väärin. Laskelmat ja niiden taustalla olevat lähtötiedot ja laskentasäännöt on kuitenkin tarkistettu perusteellisesti useaan kertaan useampana eri ajankohtana myös verohallinnon laskuesimerkkien avulla sekä havaitut puutteet on korjattu, jonka jälkeen laskelmat sekä niiden perusteella tehdyt kuviot on muodostettu uudelleen. Jos tällaisia virheitä laskelmista siitä huolimatta edelleen löytyisi, olisi se toisaalta myös vahva todistus autoverotuksen väitetystä monimutkaisuudesta.

Jonkin verran myöskin joissakin lähtötiedoissa havaittiin vaihtelua. Esimerkiksi Trafín ensirekisteröintitietojen avulla lasketut ajoneuvojen yhteismäärät poikkesivat jonkin verran Trafín liikennekäytössä olevien ajoneuvojen tilastoissa olleista määristä. Yksi

haasteellinen asia oli yrittää selvittää vuoden 2005 päästötaso, mitä käytetään päästöalennustavoitteiden vertailuvuotena, ja jonka avulla tavoitteiden mukaiset päästötasot eri vuosille olisi voinut laskea. Eri virastojen, ministeriöiden ja Tilastokeskuksen eri tilastojenkin välillä oli tiedoissa vaihtelua tämän asian osalta, mikä aiheutti paljon ylimääräistä työtä ja epäselvyyttä tutkimuksen aikana.

6.7. Tutkielman rajallisuus ja jatkotutkimuksen kohteet

Tässä työssä keskityttiin tarkastelemaan monitasoperspektiivin ulottuvuuksia nimenomaan sähköisen liikenteen näkökulmasta, jossa tärkeimpänä toimintaympäristöstä tulevana ajurina oli ilmastonmuutokseen vaikuttavien päästöjen ja öljyriippuvuuden vähentäminen. Muiden vaihtoehtoisten nicheinnovaatioiden esimerkiksi vaihtoehtoisten käyttövoimien tai liikenne palveluna (MaaS) – konseptin syvällisempää tarkastelua ei tehty. Mielenkiintoisia tutkimuksen jatkotutkimuksen aiheita olisivatkin esimerkiksi tarkastella niiden ponnistelua nichestä regiimiin, minkälaista vastustusta ja tukea ne saavat osakseen.

Kansainväliset megatrendit väestön ikääntyminen ja resurssien tehokkaampi käyttö sekä kuluttajien lisääntyvät kokemukset jakamistaloudesta (esimerkiksi myönteiset kokemukset Helsingin yhteiskäyttöpöyristä) voivat luoda uudenlaisia paineita toimintaympäristöstä ja autoregiimin ulkopuolelta, joiden ansiosta MaaS –konsepti voi nousta haastamaan perinteistä auton omistamiseen perustuvaa liikkumisen mallia. Erityisen mielenkiintoista olisi tutkia miten liikenne palveluna (Maas) – konsepti tai automaattiohjaukseen perustuvat robottiautot voivat muuttaa autokeskeisen henkilöliikenteen sosioteknistä kokoonpanoa.

Tässä työssä esiteltiin näkymä siihen, minkälainen voisi olla sähköinen henkilöliikenteen kokoonpano Suomessa. Sosioteknisessä muutostutkimuksessa esiin nousseet skenaariolähtöiset tutkimukset (esim. Nilsson & Nykvist, 2016), joissa muutospolku rakennetaan luodusta skenaariosta tähän päivään, olisi hyödyllinen tarkastelunäkökulma jatkotutkimukselle.

Sähköiseen liikenteeseen liittyen Suomessa ei täysin tunnisteta sen aiheuttamaa liiketointapotentiaalia. Tätä potentiaalia olisikin hyvä pyrkiä selvittämään myös tutkimuksen keinoin suomalaisten nicheinnovaatioiden eli sähköiseen liikenteeseen komponentteja tai palveluita tuottavien uusien yritysten kautta sekä yhteiskunnan näkökulmasta. Esimerkiksi, mikä merkitys sähköiseen liikenteeseen liittyvillä mahdollisuuksilla voisi olla vaihtotaseeseen laajemmin ajateltuna, kuin autojen ja polttoaineiden viennin ja tuonnin tarkasteluna. Näihin asioihin ei juurikaan tuo valaistusta myöskään tämä tutkimus. Koska esimerkiksi polttonesteet tuovat Suomeen työpaikkoja ja niillä on potentiaalia vaikutusta myös vaihtotaseeseen viennin ansiosta, on poliitikkojen helppo niihin liittyviä hankkeita myöskin tukea. Tulisi kuitenkin nähdä, että biopolttoaineet ja sähköinen liikenne eivät ole toisiaan poissulkevia asioita. Biopoltonesteille löytyy todennäköisesti kysyntää esimerkiksi raskaan liikenteen puolelta. Kyse on lähinnä siitä, missä haitalliset päästöt ta-

pahtuvat; lähipäästöinä ihmisten jokapäiväisessä hengitysilmassa vai keskitetyissä voimalaitoksissa, joissa päästöihin vaikuttaminen voi olla tehokkaampaa ja hyötysuhde parempi. Jos ja kun sähköinen liikenne on suunta, johon kansainvälisesti siirrytään, onko Suomessa varaa jäädä sivuun tästä kehityksestä ja jättää liikenteen murroksesta aiheutuvat liiketoimintamahdollisuudet hyödyntämättä.

7. Loppusanat

Geels on todennut, että sosioteknisen muutoksen kuvaaminen monitasoperspektiivin avulla ei ole tarkoitus toimia niin sanottuna totuuskoneena (truth machine), johon arvot syöttämällä saadaan tuloksena lopullinen totuus asiasta. Tämä periaate soveltuu myös tähän opinnäytetyöhön.

Alkuperäisenä tavoitteena oli luoda ajankohtainen näkymä sähköautojen mahdollisuuden murtaa polttomootoritekniikan valta-asema. Aihetta jäsenneltiin ja tarkasteltiin monitasoperspektiiviin liittyvien ulottuvuuksien avulla. Työssä luotiin monipuolinen monitasoperspektiivin ulottuvuudet huomioiva näkymä sähköisen liikenteen tämän hetkestä tilanteesta kansainvälisesti sekä Suomessa sekä sen kamppailusta vallitsevaa polttomootorin ympärille rakentunutta henkilöliikenteen regiimiä vastaan.

Työssä tarkasteltiin myös tavoitteita sekä nicheä tukevia tai regiimiä horjuttavia keinoja, joilla sähköautojen yleistymistä on tavoiteltu, miten ne näyttäytyvät kuluttajille sekä tavoitteiden onnistumista. Lisäksi luotiin yksi näkymä siihen, miten sähköisen liikenteen sosiotekninen kokonaisuus voisi Suomessa toteutua. Lopuksi luotiin politiikkasuosituksia käytännön toimenpiteiksi. Edellä mainitusta huolimatta tämäkään työ ei ole lopullinen totuus sähköautojen tulevaisuudesta tai miten niiden historiaa tullaan aikanaan kirjoittamaan.

LÄHTEET

TIETEELLISET ARTIKKELIT JA JULKAISUT

Basole, R. ja Karla, J., 2011. On the evolution of mobile platform ecosystem structure and strategy. *Business and Information Systems Engineering*, 3(5), ss. 313-322. DOI: 10.1007/s12599-011-0174-4.

Bradfield-Moody, J. ja Nogrady, B.T., 2010. *The sixth wave: How to succeed in a Resource-limited World*. Vintage Books, Sydney.

Bjerkan, K., Nørbech, T. ja Nordtømme, M., 2016. Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. *Transportation Research Part D* 43 (2016) 169-180. DOI: 10.1016/j.trd.2015.12.002

Cowan, R. ja Hultén, S., 1996. Escaping lock-in: The case of the electric vehicle. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 53, no. 1, ss. 61-79. DOI: 10.1016/0040-1625(96)00059-5.

Cusumano, M. ja Gawer, A., 2002. The elements of platform leadership. *MIT Sloan Management Review*, 43(3), ss. 51-58.

Elzen, B., Geels, F., Hofman, P.S. ja Green, K., 2004. Socio-technical scenarios as a tool for transition policy: an example from the traffic and transport domain. Kirjassa Elzen, B., Geels, F.W. and Green, K. (toim.) *System innovation and the transition to sustainability*, ss. 251-281, Edward Elgar, Cheltenham.

Gawer, A., 2009. Platform dynamics and strategies: From products to services. Kirjassa Gawer, A. (toim.). *Platforms, Markets and Innovation*, ss.45-76. Edward Elgar Publishing Ltd.

Gawer, A. ja Cusumano, M., 2007. A Strategy Toolkit for Platform Leader Wannabes. [Konferenssiartikkeli]. DRUID Summer Conference 2007 On Appropriability, proximity, routines and innovation. Copenhagen, CBS, Denmark, June 18 - 20, 2007. Saatavilla: <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=1221&cf=9>

Gawer, A. ja Cusumano, M., 2008. How companies become platform leaders *MIT Sloan Management Review*, 49(2), ss. 28-35.

Gawer, A. ja Cusumano, M., 2012. Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), ss. 417-433. DOI:10.1111/jpim.12105

Geels, F., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, vol. 31, no. 8-9, ss. 1257-1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

Geels, F., 2005. Co-evolution of technology and society: The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850-1930) - A case study in multi-level perspective. *Technology in Society*, vol. 27, no. 3, ss. 363-397. DOI: 10.1016/j.techsoc.2005.04.008.

Geels, F., 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, vol. 33, no. 6-7, ss. 897-920. DOI: 10.1016/j.respol.2004.01.015.

Geels, F., 2006a. The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840-1930): The dynamics of regime transformation. *Research Policy*, vol. 35, no. 7, ss. 1069-1082. DOI: 10.1016/j.respol.2006.06.001.

Geels, F., 2006b. Major system change through stepwise reconfiguration: A multi-level analysis of the transformation of American factory production (1850-1930). *Technology in Society*, vol. 28, no. 4, ss. 445-476. DOI: 10.1016/j.techsoc.2006.09.006.

Geels, F., 2007. Analysing the breakthrough of rock 'n' roll (1930-1970) Multi-regime interaction and reconfiguration in the multi-level perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, no. 8, ss. 1411-1431. DOI: 10.1016/j.techfore.2006.07.008.

Geels, F., 2012. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, vol. 24, ss. 471-482. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021.

Geels, F., 2013. The impact of the financial-economic crisis on sustainability transitions: Financial investment, governance and public discourse. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 6, ss. 67-95. DOI: 10.1016/j.eist.2012.11.004.

Geels, Berghout ja van Vuuren, 2016. Bridging analytical approaches for low-carbon transitions. *Nature Climate Change*. Published online: 9 may 2016 | DOI: 10.1038/nclimate2980

Geels, F. ja Kemp, R., 2007. Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. *Technology in Society*, vol. 29, no. 4, ss. 441-455. DOI: 10.1016/j.techsoc.2007.08.009.

Geels, F. ja Schot, J., 2007a. Comment on 'Techno therapy or nurtured niches?' by Himmels et al. *Research Policy*, vol. 36, no. 7, ss. 1100-1101. DOI: 10.1016/j.respol.2007.07.004.

Geels, F. ja Schot, J., 2007b. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, vol. 36, no. 3, ss. 399-417. DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.003.

Geels, F. ja Penna, C., 2015. Societal problems and industry reorientation: Elaborating the Dialectic Issue LifeCycle (DILC) model and a case study of car safety in the USA (1900-1995). *Research Policy*, vol. 44, no. 1, ss. 67-82. DOI: 10.1016/j.respol.2014.09.006.

Geels, F., Sovacool, B., Schwanen, T. ja Sorrell, S., 2017. Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science*. 357 (6357), 1242-1244. DOI: 10.1126/science.aao3760

Gore, C., 2010. The global recession of 2009 in a long-term development perspective. *Journal of international Development*, 22, 714-738.

Guba, E. & Lincoln, Y., 1989. *Fourth Generation Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J. ja Truffer, B., 2002. *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*, Spon Press, Oxon.

Kemp, R., Schot, J. ja Hoogma, R., 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management*, vol. 10, no. 2, ss. 175-198.

Markard, J., Raven, R. ja Truffer, B., 2012. Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, vol. 41, no. 6, ss. 955-967.

- Marletto, G., 2011. Structure, agency and change in the car regime. A review of the literature. *European Transport \ Trasporti Europei*, 47 (2011): 71-88.
- Marletto, G., 2014. Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 87, ss. 164-178. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.12.013.
- Nilsson, M. ja Nykvist, B., 2015. The EV he EV paradox – A multilevel study of why Stockholm is not a leader in electric vehicles. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14 (2015) 26–44. DOI: 10.1016/j.eist.2014.06.003
- Nilsson, M. ja Nykvist, B., 2016. Governing the electric vehicle transition – Near term interventions to support a green economy. *Applied Energy*, 179 (2016) 1360-1371. DOI:10.1016/j.apenergy.2016.03.056
- Oltra, V. ja St. Jean, M., 2009. Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 76, ss. 567-583. DOI: 10.1016/j.techfore.2008.03.025
- Orsato, R. ja Wells, P., 2007. U-turn: the rise and demise of the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, no. 11–12, ss. 994-1006. DOI: 10.1016/j.jclepro.2006.05.019.
- Penna, C. ja Geels, F., 2012. Multi-dimensional struggles in the greening of industry: A dialectic issue lifecycle model and case study. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 79, no. 6, ss. 999-1020. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.09.006.
- Penna, C. ja Geels, F., 2015. Climate change and the slow reorientation of the American car industry (1979–2012): An application and extension of the Dialectic Issue LifeCycle (DILC) model. *Research Policy*, vol. 44, no. 5, ss. 1029-1048. DOI: 10.1016/j.respol.2014.11.010.
- Rip, A. ja Kemp, R. 1998, Technological change. Kirjassa Rayner, S ja Malone, E. (toim.), *Human choice and climate change. Vol II, Resources and Technology*, ss. 327-399. Battelle Press, Columbus, Ohio. Saatavilla: <https://research.utwente.nl/en/publications/technological-change>
- Sako, M., 2009. Outsourcing of tasks and outsourcing of assets: evidence from automotive supplier parks in Brazil. Kirjassa Gawer, A. (toim.), *Platforms, Markets and Innovation*. Edward Elgar Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA.
- Schot, J., Hoogma, R. ja Elzen, B., 1994. Strategies for shifting technological systems. *Futures*, vol. 26, no. 10, ss. 1060-1076. DOI: 10.1016/0016-3287(94)90073-6.
- Sierchula, W., Bakkerb, S., Maatb, K. ja van Wee, B., 2012. The competitive environment of electric vehicles: An analysis of prototype and production models. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 2 (2012) 49–65. DOI: 10.1016/j.eist.2012.01.004
- van Bree, B., Verbong, G. ja Kramer, G., 2010. A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, no. 4, ss. 529-540. DOI: 10.1016/j.techfore.2009.12.005.
- Verbong, G. ja Geels, F., 2007. The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960-2004). *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, ss. 1025-1037. DOI: 10.1016/j.enpol.2006.02.010.

Verbong, G. ja Geels, F., 2010. Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 77, no. 8, ss. 1214-1221. DOI: 10.1016/j.techfore.2010.04.008.

Voss, J. ja Bauknecht, D. 2006, *Reflexive governance for sustainable development*, Edward Elgar Publishing.

Weiller, C. ja Neely, A., 2014. Using electric vehicles for energy services: Industry perspectives. *Energy*, 77, pp. 194-200. DOI: 10.1016/j.energy.2014.06.066

Wilenius ja Kurki, 2012. Surfing the sixth wave. Exploring the next 40 years of global change. [e-kirja] Finland Futures research centre, FFCR. eBook 10/2012. Turun yliopisto. Saatavilla: http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_2012-10.pdf

ARTIKKELIT KANSAINVÄLISISSÄ VERKKOLEHDISSÄ JA -JULKAISUISSA

Alexander, H., 2017. Driving home the good news about electric cars. *The Telegraph, Business*, 12.7.2017. Saatavilla: <http://www.telegraph.co.uk/business/2017/07/18/driving-home-good-news-electric-cars/>

Anthony, S., 2014. Google's new self-driving car: Electric, no steering wheel, and incredibly cute. *Extremetech*, 28.5.2014. Saatavilla: <http://www.extremetech.com/extreme/183174-google-new-self-driving-car-electric-no-steering-wheel-and-incredibly-cute>. Luettu 11.4.2015.

Autonews, 2015. Tesla Retail Challenge. [lista teeman artikkeleista]. Autonews. Saatavilla: <http://www.autonews.com/theme/Tesla%27s%20retail%20challenge>. Luettu 8.4.2015

Baigorri, M., Kresge, N. ja Ewing, A., 2015. Nokia Weighs Sale of Maps Business to Focus on Networks. *Bloomberg*, 10.4.2015. Saatavilla: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-10/nokia-said-to-weigh-sale-of-maps-business-to-focus-on-networks>. Luettu 11.4.2015.

Beech, E., 2014. Fiat Chrysler CEO: Please don't buy Fiat 500e electric car. *Reuters*, 21.5.2014, 16.18. Saatavilla: <http://www.reuters.com/article/chrsyelnr-ceo-evs-idUSL1N0071MS20140521>. Luettu 8.2.2016.

Burke, K., 2017. Volvo turns up the heat on Tesla. *Autonews*, 19.11.2017 12:01. Saatavilla: <http://www.autonews.com/article/20171119/OEM03/171129967/volvo-turns-up-the-heat-on-tesla>

Chrisafis, A. ja Vaughan, A., 2017. France to ban sales of petrol and diesel cars by 2040. *Guardian, Automotive industry*, 6.7.2017. <https://www.theguardian.com/business/2017/jul/06/france-ban-petrol-diesel-cars-2040-emmanuel-macron-volvo>

Clarke, P., 2014. Tesla Model S green car review. *Green Car Review*, 14.4.2014. Saatavilla: <http://www.greencarguide.co.uk/car-reviews-and-road-tests/tesla-model-s-green-car-review/>. Luettu 8.4.2015.

Cremer, A. ja Wacket, M., 2017. Audi emissions scandal erupts after Germany says it detects new cheating. Reuters, 1.6.2017, 20:00. Saatavilla: <https://www.reuters.com/article/us-volkswagen-emissions-audi/audi-emissions-scandal-erupts-after-germany-says-it-detects-new-cheating-idUSKBN18S5Y5?il=0>

Curry, C., 2017. Lithium-ion Battery Costs and Market. Squeezed margins seek technology improvements & new Business models. [pdf] Bloomberg, 5.7.2017. Tilattu sivulta: <https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-costs-squeezed-margins-new-business-models/>

Etherington, D., 2013. Inside Tesla's Supercharger Partner Program: The Costs And Commitments Of Electrifying Road Transport. Techcrunch, 26.7.2013. Saatavilla: <http://techcrunch.com/2013/07/26/inside-teslas-supercharger-partner-program-the-costs-and-commitments-of-electrifying-road-transport/>

Farrell, S., 2016. Mitsubishi Motors admits manipulating fuel economy tests. The Guardian, 20.4.2016 10.18 BST. Saatavilla: <https://www.theguardian.com/business/2016/apr/20/mitsubishi-motors-mishandled-fuel-economy-tests>

Fowler, S., 2014. Elon Musk: Tesla boss on EVs with 500-mile range and colonies on Mars. Autoexpress, 21.7.2014. Saatavilla: <http://www.autoexpress.co.uk/tesla/87943/elon-musk-tesla-boss-on-evs-with-500-mile-range-and-colonies-on-mars>. Luettu 11.4.2015.

Harvey, F. ja Watts, J., 2017. US groups honouring Paris climate pledges despite Trump. The Guardian, 11.11.2017 10.30 GMT. Saatavilla: <https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/11/us-groups-honouring-paris-climate-pledges-despite-trump>

Hertzke, P., Nicolai Müller, N. ja Schenk, S., 2017. Dynamics in the global electric-vehicle market. McKinsey & Company. Heinäkuu 2017. Saatavilla: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/dynamics-in-the-global-electric-vehicle-market#0>

Higgins, T., 2015. Apple Wants to Start Producing Cars as Soon as 2020. Bloomberg, 20.2.2015. Saatavilla: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-19/apple-said-to-be-targeting-car-production-as-soon-as-2020>. Luettu 11.4.2015.

Huddleston, T., Jr, 2015. Apple aims to start producing electric cars by 2020 – Report. Fortune, 19.2.2015. Saatavilla: <http://fortune.com/2015/02/19/apple-electric-cars-2020/>. Luettu 11.4.2015.

Hull, D., 2015. Tesla joined by Koch Brothers, Sierra Club in fight with dealers. Autonews, 17.2.2015. Saatavilla: <http://www.autonews.com/article/20150217/RETAIL07/150219846/tesla-joined-by-koch-brothers-sierra-club-in-fight-with-dealers>. Luettu 8.4.2015.

Ignatius, A., 2016. "Making the Car a Mobile, Connected Workspace": An Interview with Carbs Ghosn. Harvard Business Review. Harvard business review, the october 2016 issue. Saatavilla: <https://hbr.org/2016/10/making-the-car-a-mobile-connected-workspace>. Luettu: 7.5.2017.

Kahn, J., 2014. See iOS in the Car in action on iOS Simulator ahead of release (Updated with new video). 9to5Mac, 28.1.2014. Saatavilla: <http://9to5mac.com/2014/01/28/see-ios-in-the-car-in-action-on-ios-simulator-ahead-of-release-video/#more-308097>. Luettu 11.4.2015.

Keating, 2017. New EU car CO2 limits in danger amid German automaker lobbying. Euractiv, 31.10.2017, päivitetty 2.11.2017. Saatavilla: <https://www.euractiv.com/section/climate-environment/news/new-eu-car-co2-limits-in-danger-amid-german-automaker-lobbying/>

Kelly, H., 2014. Google's fully functional driverless car is adorable. CNN-money, 22.12.2014. Saatavilla: <http://www.cnn.com/2014/12/22/tech/innovation/google-driverless-car-prototype/?iid=EL>. Luettu 11.4.2015.

Kelly, H., 2015. Nokia is paving the way for driverless cars. .CNN-money, 17.2.2015. Saatavilla: <http://money.cnn.com/2015/02/17/technology/maps-driverless-cars/index.html?iid=EL>. Luettu 11.4.2015.

Krukowska, E., Stearns, J. ja Chrysoloras, N., 2017. It's Not Tesla That's Pushing Europe in Electric Car Race. Bloomberg, päivitetty 8.11.2017 12.36 UTC+2. Saatavilla: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-11-08/europe-steps-up-electric-car-push-to-close-huge-gap-with-china>

Kurczewski, N., 2017a. Volvo Is Going Electric: Does that Mean Its Cars Will Cost More? The automaker says every vehicle introduced after 2019 will be an EV or hybrid. Consumer Reports. 5.7.2017 Saatavilla: <https://www.consumerreports.org/volvo/volvo-is-going-electric-does-that-mean-its-cars-will-cost-more/>

Kurczewski, N., 2017b. Jaguar Land Rover to Electrify Its Entire Lineup by 2020. BMW and Mazda also announce plans to add hybrid and electric models. Consumer Reports. 8.9.2017. Saatavilla: <https://www.consumerreports.org/hybrids-evs/jaguar-land-rover-to-electrify-its-entire-lineup-by-2020/>

Maynard, M., 2014. Tesla's Elon Musk: Take Our Patents, They're Yours. Forbes, 6.12.2014. Saatavilla: <http://www.forbes.com/sites/michelinemaynard/2014/06/12/teslas-elon-musk-take-our-patents-theyre-yours/>. Luettu 8.4.2015.

Maynard, M., 2015. Elon Musk Teases A New Tesla: Could It Be A Home Battery? Forbes, 30.3.2015. Saatavilla <http://www.forbes.com/sites/michelinemaynard/2015/03/30/elon-musk-teases-a-new-tesla-could-it-be-a-home-battery/>. Luettu 8.4.2015.

McDonald, L., 2017. Stop The "Tesla-killer" Nonsense. CleanTechnica, 22.6.2017. Saatavilla: <https://cleantechnica.com/2017/06/22/stop-tesla-killer-nonsense/>

Milman, O. ja Watts, J., 2017. One nation, two tribes: opposing visions of US climate role on show in Bonn. The Guardian, 9.11.2017 16.10 GMT, päivitetty 9.11.2017 17.07 GMT. Saatavilla: <https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/09/bonn-climate-change-talks-us-two-tribes>

Musk, E., 2014. All our patent are belong to you. [Blogi] Tesla Motors, 12.6.2014. Saatavilla: <http://www.teslamotors.com/blog/all-our-patent-are-belong-you>. Luettu 8.4.2015.

Musk, E., 2016. Master Plan, Part Deux. [blogi] Tesla. 20.7.2016. Saatavilla: https://www.tesla.com/fi_FI/blog/master-plan-part-deux?redirect=no

Nieuwenhuis, P., 2015. How Volkswagen got caught cheating emissions tests by a clean air NGO. The Conversation UK. Academic rigour, journalistic flair, 22.9.2015 5.08pm BST. Saatavilla: <https://theconversation.com/how-volkswagen-got-caught-cheating-emissions-tests-by-a-clean-air-ngo-47951>

Olsen, P., 2017. Ford Reveals Its Electrification Plans. The automaker says it will add 13 electrified models over the next five years. Consumer Reports. 3.10.2017. Saatavilla: <https://www.consumerreports.org/ford/ford-announces-electric-car-plans/>

Olsen, P. ja Kurczewski, N., 2017. GM Embraces Electrification as Its Future. The company is the largest of a handful of automakers in recent months to have revealed big electrification plans. Consumer Reports, 2.10.2017. Saatavilla: <https://www.consumerreports.org/hybrids-evs/gm-embraces-electrification-as-its-future/>

Parkin, B., 2017. Germany to Take on Tesla With Gigafactory Rival. Bloomberg Technology, 3.8.2017 7.00 UTC+3. Saatavilla: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-08-03/germany-giving-gigafactory-a-home-in-latest-challenge-to-tesla>

Pagliery, J., 2015. The Apple car: What we know. CNN-money, 20.2.2015. Saatavilla: <http://money.cnn.com/2015/02/20/technology/apple-car/?iid=EL>. Luettu 11.4.2015.

Raj, A., 2014. Elon Musk Just Made It Way Cheaper To Live Off Solar Power. Business Insider, 8.10.2014. Saatavilla: <http://www.businessinsider.com/solarcity-giving-loans-for-solar-ownership-2014-10?IR=T>. Luettu 11.4.2015.

Reuters, 2016. VW emissions cheat software came from Audi – report. The Guardian, 20.4.2016 01.52 BST. Saatavilla: <https://www.theguardian.com/business/2016/apr/20/vw-emissions-software-came-from-audi-report>

Rosalsky, G., 2014. How Can Tiny Norway Afford to Buy So Many Teslas? A New Freakonomics Radio Podcast. Freakonomics, 16.10.2014. Saatavilla: <http://freakonomics.com/2014/10/16/how-can-tiny-norway-afford-to-buy-so-many-teslas-a-new-freakonomics-radio-podcast/>. Luettu 11.4.2015.

Sakr, S., 2014. Tesla will open up its Supercharger patents to boost electric car adoption. Engadget, 9.6.2014. Saatavilla: <http://www.engadget.com/2014/06/09/tesla-to-share-supercharger-patents/>. Luettu 11.4.2015.

Telegraph, 2015. VW shares plunge as diesel emissions scandal spreads to petrol engines. Internal investigation finds another 800,000 vehicles showed 'inconsistencies'. Telegraph, by Telegraph staff, 04.10.2015 8:30AM GMT. Saatavilla: <http://www.telegraph.co.uk/finance/news-bysector/industry/11973635/VW-emissions-scandal-spreads-to-petrol-engines.html>

Tesla & SolarCity, 2016. Tesla and SolarCity. 01. 11.2016. Saatavilla: https://www.tesla.com/fi_FI/blog/tesla-and-solarcity

Tesla & Panasonic, 2014. Panasonic and Tesla Sign Agreement for the Gigafactory. Panasonic Corporation and Tesla Motors, Inc, 30.7.2014. Saatavilla: <http://www.teslamotors.com/blog/panasonic-and-tesla-sign-agreement-gigafactory>. Luettu 8.4.2015.

Tilley, A., 2015. Striking Back Against Tesla, BMW And Volkswagen Team Up To Build 100 Fast Charging EV Stations. Forbes, 21.1.2015. Saatavilla: <http://www.forbes.com/sites/aarontilley/2015/01/22/bmw-volkswagen-100-fast-charging-stations/>. Luettu 12.4.2015.

Trefis team, 2014. Tesla's Battery Swap Stations Will Help It Requalify For ZEV Credits In California. Forbes, 30.12.2014. Saatavilla: <http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2014/12/30/teslas-battery-swap-stations-will-help-it-requalify-for-zev-credits-in-california/>. Luettu 8.4.2015.

Trefis Team, 2015a. The Domino Effect Of Volkswagen's Emissions Scandal. Trefis Team, 25.9.2015. Saatavilla: <http://www.trefis.com/stock/vlkay/articles/315035/the-domino-effect-of-volkswagens-emissions-scandal/2015-09-25> Luettu 2.12.2017.

Trefls Team, 2015b. Volkswagen Accelerating Its Push For Electrics At The Right Time? Forbes, Investing, 17.12.2015 13.49. Saatavilla: <http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2015/12/17/volkswagen-accelerating-its-push-for-electrics-at-the-right-time/#7ea2ffdb1ea3>. Luettu 17.2.2016.

Tutt, P., 2016. Mitsubishi Motors says manipulated fuel economy tests, shares tumble. CNBC, 20.4.2016. Saatavilla: <http://www.cnbc.com/2016/04/20/mitsubishi-motors-shares-tumble-company-to-brief-on-misconduct.html>. Luettu 15.12.2016.

Valdes-Dapena, P. & Crane R., 2015. Branson: Virgin might make an electric car. CNNMoney (New York), 20.3.2015 11:15 AM ET. Saatavilla: <http://money.cnn.com/2015/03/20/autos/branson-electric-car/>. Luettu 8.4.2015.

Visnic, B., 18.9.2015. Volkswagen Busted For Cheating On Diesel Models– And Owners Won't Like The Probable Fix. Forbes, Autos, 18.9.2015 14.49. Saatavilla: <http://www.forbes.com/sites/billvisnic/2015/09/18/volkswagen-busted-for-cheating-on-diesel-models-and-owners-probably-arent-going-to-like-the-fix/2/#cb4a4bf2769b>. Luettu 17.2.2016.

Wakabayashi, D., 2017. Apple Scales Back Its Ambitions for a Self-Driving Car. The New York Times, technology, 22.8.2017. Saatavilla: <https://www.nytimes.com/2017/08/22/technology/apple-self-driving-car.html>

Wong, J. ja Solon, O., 2017. Uber accused of 'calculated theft' of Google's self-driving car technology. The Guardian, San Francisco, 24.2.2017, 00.31 GMT. Saatavilla: <https://www.theguardian.com/technology/2017/feb/23/alphabet-sues-uber-self-driving-cars-technology-waymo-otto>

ARTIKKELIT SUOMALAISSA VERKKOLEHDISSÄ JA –JULKAISUISSA

Bäckgren, N., 2017. Sähköautoja pitäisi olla 10 vuoden päästä moninkertainen määrä, mutta niiden lataus aiheuttaa riitoja taloyhtiöissä – ”Tahtotila on sellainen, että ei lähdetä tähän”. Helsingin Sanomat, 29.9.2017 9:18. Saatavilla: <https://www.hs.fi/koti/art-2000005387639.html>

Ervasti, A-E. ja Seuri, V., 2017. Autoala puoltaa autoveron poistoa mutta vetoaa hallitukseen: Tekohengittäkää autokauppaa siirtymän ajan. Helsingin Sanomat, 18.1. 19:35. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000005050854.html>

Harju, J., 2017. Teslan akkutehdas olisi koko Suomelle ennennäkemätön onnenpotku – Mainostoi- miston, kunnanjohtajan ja 170 vapaaehtoisen pitää enää vakuuttaa Elon Musk. Helsingin Sanomat, 19.3. 2:00, päivitetty: 19.3. 7:32. Saatavilla: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000005133042.html>

Hartikainen, J., 2017. Sähkøyhtiöt haluavat ohjata pientalojen sähkönkäyttöä – ”Lämminvesiva- raajat osallistuvat säätöön ihan tasavertaisesti voimaloiden rinnalla”. Helsingin Sanomat, 9.1. 2:00, päivitetty 9.1.2017 6:36 Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000005037232.html>

Honkamaa, A., 2017. Perussuomalaisten veroehdotuksella yllättävä seuraus- näin sinun autosi arvo putoaisi. Julkaistu: 21.3.2015 17:54. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000000897054.html>

HS, 2008a. Hybridiautojen tuotanto käynnistymässä Uudessakaupungissa. Valmet Automotive ja amerikkalainen Fisker Automotive ovat tehneet aiesopimuksen Fisker Karma-hybridiautojen valmistuksesta Suomessa. Helsingin Sanomat, 15.7.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002648669.html>

HS, 2008b. Nissan pyrkii johtavaksi sähköautojen valmistajaksi. Helsingin Sanomat, 12.8.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002654132.html>

HS, 2008c. GM julkisti Volt-sähköauton tuotantomallin. Helsingin Sanomat, 17.9.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002653581.html>

HS, 2008d. Ladattava hybridi Volkswagenin valttikortti. Helsingin Sanomat, 26.9.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002654086.html>

HS, 2008e. Mitsubishi ilmoittautui sähköautojen markkinoille. Helsingin Sanomat, 4.10.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002687938.html>

HS, 2008f. Sähköauto Tesla ajautui taloudellisiin vaikeuksiin. Helsingin Sanomat, 16.10.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002654576.html>

HS, 2008g. Sähköauto ERA:n huippukevyt hiilikuitukori valmis. Helsingin Sanomat, 18.10.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002648239.html>

HS, 2008h. Myös sähköautojen myynti pysähtyi kuin seinään. Helsingin Sanomat, 8.12.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002656308.html>

HS-Reuters, 2008a. GM etsii kiivaasti säästöjä. Uusien mallien tuloa markkinoille siirretään. Helsingin Sanomat, 3.11.2008 0:00 Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002651229.html>

HS - Reuters, 2008b. Norjalainen sähköauto Think uhkaa kaatua rahoitusvaikeuksiin. Helsingin Sanomat, 17.12.2008 0:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002689323.html>

HS pääkirjoitus, 2017. Talvivaaran kaivoksen maine alkaa vihertyä, jos Terrafame pääsee sähköautobuumeissa rahastajan paikalle. Helsingin Sanomat, 14.11. 2:00, päivitetty: 14.11. 6:52. Saatavilla: <https://www.hs.fi/paakirjoitukset/art-2000005447726.html>

IS, 2016a. Ilta-Sanomat 50 vuotta sitten "väliaikaiseksi" säädetystä autoverosta: – "Poistettava, muuten vedetään nenästä ostajia". Iltasanomat, 18.1.2016 14:30. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000001103003.html?nomobile=2>

IS, 2016b. Autoala: Uusi veroratkaisu ei mullista mitään – "autovero alkaa olla tiensä päässä". Iltasanomat, 3.6.2016 17:08. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000001193433.html>

IS, 2017a. Suomalainen latauspalvelu valittiin voittajaksi Saksassa – "käyttäjä voi saada lisätienestystä". Iltasanomat, 17.10. 12:22. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005412083.html>

IS, 2017b. Vihreät esittää autoverolain muuttamista – "sähköautoille määräaikainen verovapaus". Iltasanomat, 16.11.2017. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005451662.html>

IS, 2017c. Sdp haluaa perua autoveron alennuksen. Iltasanomat, 16.11.2017. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005450783.html>

IS, 2017d. Autoala: Tuen oltava tekniikkaneutraali – vero alenee eniten alle 80 g/km päästötason autoilla. Iltasanomat, 1.9.2017 15:45. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005349609.html>

IS, 2017e. Autoala nosti autoveron poiston jälleen esille – ”Ei voi olla niin, että ensin säädetään tiukat päästötavoitteet”. Iltasanomat, 9.11.2017 9:32. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005442122.html>

IS, 2017f. Leikkausesitys julki: Uusien autojen hinnat uhkaavat nousta, Suomen paine autoilun vähentämiseen kasvaa. Iltasanomat, 8.11.2017 13:00. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005441086.html>

Jokinen, R., 2008a. Vanhasen unelma: Puutarhametropoli. Pääministerin pääkaupunkiseudulla työpaikat ja palvelut olisivat lähellä. Helsingin Sanomat, Kaupunki. 7.9.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000004596490.html>

Jokinen, R., 2008b. ”Betonipuolueen” miehet lyttävät Matti Vanhasen puutarhaunelman. Kriitikot: Asuntojen korkeat hinnat ovat todiste Helsingin vetovoimasta. Helsingin Sanomat. Kaupunki 8.9.2008 3:00 Saatavilla: <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000004596692.html>

Jäppinen, J., 2017. 250 000 sähköautoa tulee – kaatuuko kantaverkko? Fingrid, 15.12.2016. Saatavilla: <https://www.fingridlehti.fi/250-000-sahkoautoa-tulee-kaatuuko-kantaverkko/>

Kempas, K., Ministeri Bernerin kunnianhimoinen liikenneuudistus upposi viidessä päivässä – HS kertoo, miten tähän päädyttiin. Helsingin Sanomat, 24.1. 20:04. Saatavilla: <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000005059321.html>

Koistinen, A., 2017. Komissio julkaisee ehdotuksen uusien autojen päästörajoista – Berner ja Tiilikainen laittaisivat autovalmistajat tiukoille. Yle, 8.11.2017 05:30, päivitetty 8.11.2017 16:20. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-9920305>

Lautsi, V., 2008. Tuskallisen hidas tulevaisuus. Sähköautojen valtakausi vielä kymmenien vuosien päässä. Helsingin Sanomat, 4.10.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000004602667.html>

Lukkari, J., 2017. Suomessa on pian 1000 sähköautojen latauspistettä - Hollannissa jo 30 000. Tekniikka & Talous, liikenne, 5.9.2017 klo 13:24. Saatavilla: http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/liikenne/suomessa-on-pian-1000-sahkoautojen-latauspistetta-hollannissa-jo-30-000-6673981

Lempinen, T., 2017a. EU: Uusien henkilöautojen päästömittaustapa muuttuu – verotusvaikutuksia ”ei ainakaan toistaiseksi”. Iltasanomat, 7.7.2017 11:01. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005282383.html>

Lempinen, T., 2017b. Professorit ehdottavat isoja muutoksia mm. ajoneuvoveroon – päättäjiltä kanta jo ensi viikolla? Iltasanomat, 7.8.2017. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005317319.html>

Lempinen, T., 2017c. Kokoomuksessa suunnitelma autoveron poistamisesta – VU: Näin se toteutettaisiin, suurin alennus heti. Iltasanomat, 16.10.2017. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005410660.html>

Mainio, T., 2008. Vanhanen haluaa sähköautot Suomen teille. Yhdyskuntarakenne voidaan pitää monipuolisena sähköautojen avulla, uskoo pääministeri. Helsingin Sanomat, 6.8.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000004588609.html>

Mielonen, M., 2017. Suomalaisessa kalliiossa on aarre, jonka hinta räjähtää – maailma janoaa nyt litiumia akkuihin. Helsingin Sanomat, 5.4. 2:00, päivitetty: 5.4. 6:45. Saatavilla: <https://www.hs.fi/tiede/art-2000005156032.html>

Mykkänen, 2008. General Motors sulkee isoja automalleja tekeviä tehtaita. Hummer-malli ehkä myyntiin, sähköauto "vuoden 2010 lopulla". Helsingin Sanomat, 4.6.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000004574640.html>

Pohjanpalo, O., 2017. Sähköautojen latauspisteitä lisätään pakolla – pistokkeita voi kohta olla direktiivin takia jo enemmän kuin sähköautoja. Helsingin Sanomat, 19.2. 19:23
19.2. 19:23. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000005094912.html>

Punkka-Hänninen, P., 2008. Pääministeri Vanhanen siunasi espoolaisen elämäntyylin. Sähköautoihin siirtyminen raideliikennettä tärkeämpää. Helsingin Sanomat, 27.8.2008 3:00 Saatavilla: <https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000004593650.html>

Raivio, J., 2008. Sähköautoa kootaan avoimen koodin yhteisössä. Suomalainen nettiyhteisö muuttaa käytettyjä Toyota Corolla-autoja sähkökäyttöisiksi. Helsingin Sanomat, 18.5.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/ura/art-2000004570592.html>

Rautio, P., 2017. Kotitietokoneitakin pidettiin vouhotuksena. Sähköautokanta on yhä todella pieni. Silti sähkö voittaa käyttövoimakisan – siksi että niin on päätetty. Helsingin Sanomat, 16.2.2017 2:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/paivanlehti/16022017/art-2000005089515.html>

Riikonen, J., 2015. Salaperäinen suomalaisyritys kehittää maailman tehokkainta sähköautoa. Helsingin Sanomat, 20.2.2015. Saatavilla: <http://www.hs.fi/autot/a1424399944761>. Luettu 7.4.2015.

Riikonen, J., 2016a. Teslan osake romahti – halpa bensa uhkaa sähköautoyhtiötä. Fortune-lehti ennustaa, että Apple ostaa Teslan. Helsingin Sanomat, Auto, 9.2.2016 14:11. Saatavilla <http://www.hs.fi/autot/a1454987405823>. Luettu 18.2.2016.

Riikonen, J., 2016b. Tullin näyttely paljastaa: Näin suomalaiset välttelivät autoveroa. HS, 15.6.2016. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002901615.html>. Luettu 24.11.2017

Riikonen, J., 2017a. "Teslakin häviää vaatteet päältään", sanoo autoalan konkari – Uudet yrittäjät ovat sähköautomarkkinoilla tiukan paikan edessä. Helsingin Sanomat, 19.10.2017 7:00, päivitetty: 19.10.2017 10:24. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005414081.html>

Riikonen, J., 2017b. Kiinalaiset rakensivat Teslan Model X-kopion, koska Elon Musk antoi luvan kopioida Teslaa, jos sen tekee "vilpittömässä mielessä" – Mutta mitä ihmettä se tarkoittaa? HS, 8.11.2017. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005441347.html>

Riikonen, J., 2017c. Sähköautobuumin todellinen syy: Autonvalmistajia uhkaavat miljardien eurojen sakot, laskee konsulttiyhtiö. Helsingin Sanomat, 29.9.2017 7:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005386867.html>

Riikonen, J., 2017d. Suomalaiset rakensivat salassa supertehokkaan sähköauton – Nyt auto vieään Kiinaan. Helsingin Sanomat, 9.10.2017 7:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005398252.html>

Riikonen, J., 2017e. HS bongasi Lapissa naamioituja Mersuja, jotka piilotettiin nopeasti – ”Siellä on varmaan aika monella salaisuuksia”. Helsingin Sanomat, 24.2. 11:23, päivitetty 24.2.13:31. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005101471.html>

Sippola, J., 2016. Lapissa pyörii miljoonien eurojen salainen bisnes – ”Näitä autoja ei sitten saa kuvata”. Helsingin Sanomat, 28.12.2016 2:00, päivitetty: 28.12.2016 11:52. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005022994.html>

Sippola, J., 2015. Volkswagenin tulevaisuus on sähköinen – 20 uutta sähköautoa markkinoille. Helsingin Sanomat, päivitetty 15.9.2015 14:04. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000002852600.html>

Sippola, J., 2017a. Suomalainen supersähköauto Toroidion kertoi rökittäneensä Teslan kulutusluemat testeissä – Professori suhtautuu kriittisesti. Helsingin Sanomat, 12.5.2017 12:50. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005207750.html>

Sippola, J., 2017b. Robottiauto nimeltä Martti pääsi liikenteeseen Tampereella – VTT teki ensimmäisen testinsä liikenteen joukossa. Helsingin Sanomat, 18.5. 16:07. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005216305.html>

Sippola, J., 2017c. Päästöskandaali ja kartelliepäilyt ravistelevat Saksan autoteollisuutta – HS haastatteli Daimlerin pääjohtajaa ja kysyi, miksi meidän pitäisi uskoa autonvalmistajien lupauksia. Helsingin Sanomat, 22.9. 19:47. Saatavilla: <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000005379638.html>

Sippola, J., 2017d. Tesla yllätti: Esitteli ensimmäisen sähkörekkansa – hetken kuluttua rekan perästä ajoi ulos uusi urheiluauto, joka jaksaa yhdellä latauksella 1000 kilometriä Helsingin Sanomat, 17.11. 10:24, päivitetty: 17.11. 12:27. Saatavilla: <https://www.hs.fi/autot/art-2000005452874.html>

Toivonen, A., 2017. Autojen päästöarvot nousevat, vaikka autoissa ei muutu mikään – voi tuntua lompakossa. Iltasanomat, 10.11. 11:22. Saatavilla: <https://www.is.fi/autot/art-2000005443670.html>

Tiuri, M., 2008. Sähköautojen tutkimusta lisättävä. Kestävän kehityksen mukainen tavoite on siirtyä sähköllä toimiviin henkilöautoihin, kirjoittaa Martti Tiuri. Helsingin Sanomat, Vieraskynä, 4.11.2008 2:00. <https://www.hs.fi/paakirjoitukset/art-2000004610181.html>

Tuulilasi, 2017. Tutkimus: iso sähkö-Tesla tuottaa vähemmän päästöjä kuin pieni bensa-Fiesta. Tuulilasi, 1.12.2017. Saatavilla: <http://www.tuulilasi.fi/uutiset/tutkimus-iso-sahko-tesla-tuottaa-vahemman-paastoja-kuin-pieni-bensa-fiesta>. Luettu 2.12.2017.

Vehviläinen, A., 2008. Kaikilla on pääsylippu liikenteen ilmastotalkoisiin. Jos liikennettä koskeviin päästötavoitteisiin pitäisi päästä vain liikennettä vähentämällä, tavoite olisi kohtuuton, kirjoittaa Anu Vehviläinen. Helsingin Sanomat, Vieraskynä, 13.7.2008 3:00. Saatavilla: <https://www.hs.fi/paakirjoitukset/art-2000004583358.html>

ASIAKIRJALÄHTEET

EU-asiakirjat

COM 501/2016. Vähäpäästöistä liikkuvuutta koskeva eurooppalainen strategia. Komission tiedonanto euroopan parlamentille, neuvostolle, euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. COM(2016) 501 final, Bryssel 20.7.2016. Saatavilla <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0501&qid=1481723760493&from=EN>

COM 482/2016. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 for a resilient Energy Union and to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation No 525/2013 of the European Parliament and the Council on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and other information relevant to climate change. COM/2016/0482 final - 2016/0231 (COD). Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=COM:2016:0482:FIN>

EU 2017/948. KOMISSION SUOSITUS (EU) 2017/948, annettu 31 päivänä toukokuuta 2017, yhdenmukaistetun kevyiden hyötyajoneuvojen kansainvälisen testimenetelmän mukaisesti tyyppi- hyväksyttyjen ja mitattujen polttoaineenkulutus- ja hiilidioksidipäästöarvojen käyttämisestä saatettaessa tietoja kuluttajien saataville Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/94/EY mukaisesti. Euroopan unionin virallinen lehti L142/100. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017H0948&from=EN>

EUCO 169/14. Ilmasto- ja energiapolitiikan puitteet 2030. Eurooppa-neuvosto päätelmät, EUCO 169/14, CO EUR 13, CONCL 5 (23. ja 24. lokakuuta 2014). Saatavilla: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/fi/ec/145409.pdf

EY 406/2009. L 140/136. EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON PÄÄTÖS N:o 406/2009/EY, tehty 23 päivänä huhtikuuta 2009, jäsenvaltioiden pyrkimyksistä vähentää kasvi-huonekaasupäästöjään yhteisön kasvi-huonekaasupäästöjen vähentämissitoumusten täyttämiseksi vuoteen 2020 mennessä. Saatavilla <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009D0406&from=EN>

Hallituksen esitykset

Saatavilla: <https://www.eduskunta.fi/FI/search/Sivut/vaskiresults.aspx>

HE 271/2002. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi autoverolain muuttamisesta

HE 111/2003. Hallituksen esitys eduskunnalle ajoneuvoverolaiksi.

HE 147/2007. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi autoverolain muuttamisesta

HE 192/2008. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi autoverolain, arvonlisäverolain ja ajoneuvolain 60 §:n muuttamisesta

HE 146/2007. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ajoneuvoverolain muuttamisesta

HE 147/2010. Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi

HE 57/2011. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi autoverolain muuttamisesta

HE 56/2011. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ajoneuvoverolain muuttamisesta

HE 26/2012. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annetun lain 1 §:n muuttamisesta

HE 124/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ajoneuvoverolain muuttamisesta

HE 33/2015. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi autoverolain ja ajoneuvoverolain muuttamisesta

HE 251/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ajoneuvojen romutuspalkkiokokeilusta
HE 156/2017. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi henkilöautojen romutuspalkkiosta ja sähkö-
käyttöisten henkilöautojen hankintatuesta sekä henkilöautojen kaasui- tai etanolikäyttöisiksi
muuntamisen tuesta

Lait (Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/>)

L 266/2003. Laki autoverolain muuttamisesta.
L 1281/2003. Ajoneuvoverolaki
L 1292/2007. Laki autoverolain muuttamisesta
L 1311/2007. Laki ajoneuvoverolain muuttamisesta
L 5/2009. Laki autoverolain muuttamisesta.
L 1401/2010. Laki ajoneuvoverolain 11 §:n muuttamisesta
L 1316/2011. Laki autoverolain muuttamisesta.
L 1317/2011. Laki ajoneuvoverolain muuttamisesta
L 1065/2014. Laki ajoneuvoverolain muuttamisesta
L 1481/2015. Laki autoverolain muuttamisesta.
L 1482/2015. Laki ajoneuvoverolain muuttamisesta

Julkaisut

Ampuja, O., Granfelt, A., Halmetoja, A. ja Kalenoja, H., 2016. Romutuspalkkiokokeilun seurantatutkimus. Trafin julkaisuja 8/2016. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Helsinki, 2016. Saatavilla: https://www.trafi.fi/tietopalvelut/julkaisut/2016_julkaisut

LVM 43/2013. Liikenteen ympäristöstrategia 2013-2020. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 43/2013. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-378-7>

LVM 33/2014. Liikenne- ja Viestintäministeriön Hallinnonalan Ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020, Seuranta 2014. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 33/2014. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-434-0>

LVM 4/2015. Vaihtoehtojen käyttövoimien jakeluverkko. Ehdotus kansalliseksi suunnitelmaksi vuoteen 2020/2030. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 4/2015. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-452-4>

Nylund, N-O, 2011. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. LVM:n Julkaisuja 12/2011. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-221-6>

Sipilän hallituksen ohjelma, 2015. Ratkaisujen Suomi. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma, 29.5.2015. Hallituksen julkaisusarja 10/2015. Saatavilla: <http://valtioneuvosto.fi/sipilan-hallitus/hallitusohjelma>

Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017, 31.1.2017. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1

Valtiontalouden tarkastusvirasto. Autoverotus. Valtiontalouden tarkastusviraston Tuloksellisuustarkastuskertomus 195/2009, Dnro 327/54/06. Saatavilla: https://www.vtv.fi/files/1843/1952009_Autoverotus_NETTI.pdf

INTERNET-SIVUSTOT JA SÄHKÖISET TIETOKANNAT

ACEA, 2017. Interactive map: Electric vehicle incentives per country in Europe. European Automobile Manufacturers Association, 31.10.2017. Saatavilla: <http://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-electric-vehicle-incentives-per-country-in-europe>. Luettu: 5.12.2017.

ACEA, 2017b. Passenger Cars World. European Automobile Manufacturers Association. Saatavilla: <http://www.acea.be/statistics/tag/category/passenger-cars-world>. Luettu: 5.12.2017.

Alliance-2022, 2017. Renault Nissan Mitsubishi. Saatavilla: <https://www.alliance-2022.com/>. Luettu: 5.12.2017.

RVO, 2017. Statistics Electric Vehicles in the Netherlands. Netherlands Enterprise Agency. November 2017. Saatavilla: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/11/2017_10_Statistics%20Electric%20Vehicles%20and%20Charging%20in%20The%20Netherlands%20up%20to%20and%20including%20october%202017.pdf Luettu: 5.12.2017.

Eduskunta, 2017. Valtiopäiväasiakirjat. Saatavilla: [https://www.eduskunta.fi/FI/search/Sivut/vaskiresults.aspx?k=\)](https://www.eduskunta.fi/FI/search/Sivut/vaskiresults.aspx?k=)).

Elbilsstatistic.se., 2017. Laddbara bilar i sverige 2012-2017. Elbilsstatistic.se. Saatavilla: <https://www.elbilsstatistik.se/elbilsstatistik> Luettu: 5.12.2017.

Energiatietoisuus, 2017. Sähkötilastot. Energiavuosi 2016 – sähkö. Saatavilla: https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/tilastot/sahkotilastot Luettu 1.12.2017.

Eur-lex, 2017. EUR-Lex. Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=fi>

Finlex, 2017. Lainsäädäntö. Suomen sähköinen säädöskokoelma sekä ajantasaisten säädösten ja alkuperäisten säädösten kokoelmat. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/>

Lipasto, 2017. Liikenteen päästöt. Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Saatavilla <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>.

Norsk elbilforening, 2017. Electric vehicle fleet in Norway. Norsk elbilforening. Saatavilla: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-market/>. Luettu: 5.12.2017.

Tesla, 2015. Supercharger. Saatavilla: <http://www.teslamotors.com/supercharger>. Luettu 8.4.2015.

Tesla Suomi, 2017. Paras kiihtyvyys. Pisin toimintamatka. Turvallisin auto koskaan. Saatavilla: https://www.tesla.com/fi_FI/supercharger Luettu: 29.11.2017.

Trafi, 2017. Tieliikenteen tilastot. Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto. Saatavilla: <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne>

UNFCCC, 2017. United Nations. Framework convention on Climate Change. Saatavilla: <http://unfccc.int/2860.php>. Luettu 25.11.2017.

Vero, 2017. Autoverotus. Vero Skatt. Verohallinnon internet-sivusto. Saatavilla: https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/auto/autoverotus/uuden_ajoneuvon_verotusarv/

WLTP facts.Eu, 2017. Car emissions testing facts.Saatavilla: EU. <http://www.caremissionstestingfacts.eu/#>. Luettu: 3.12.2017.

Muut lähteet:

EPA, 2017. Notice of Violation for Model Year 2014-2016 diesel light –duty vehicles (Dodge Ram and Jeep Grand Cherokee). Saatavilla: <https://archive.epa.gov/epa/sites/production/files/2017-01/documents/fca-caa-nov-2017-01-12.pdf>

IEA, 2017. Global EV Outlook 2017. Two million and counting. [pdf] International Energy Agency. OECD/IEA, 2017. Saatavilla: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TrackingCleanEnergyProgress2017.pdf>

Lajunen, A., 2015. Evaluation of Electric Buses, 10.3.2015. [seminaariesitelmä] ECV national seminar on Tuesday 10.3.2015.

Liimatainen ja Viri, 2017. Liikenteen päästötavoitteiden saavuttaminen 2030– politiikkatoimenpiteiden tarkastelu. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 2/2017. Saatavilla: http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Ilmastopaneeli_Liikenne_2017.pdf. Luettu 23.11.2017.

OAA, 2015. Android and the Open Automotive Alliance shift into the next gear. Tiedote OAA:n sivulla, 25.6.2014. Saatavilla: <http://www.openautoalliance.net/#press>. Luettu 11.4.2015.

Suomen Ilmastopaneeli, 2017. Lausunto sidosryhmäkuulemiseen liikenteen päästövähennyksistä Parlamentaaraiselle liikenneverkon rahoitusta arvioivalle työryhmälle. Saatavilla: <https://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=233273>

Suoramyynätkoalitio, 2015. Sign-on Statement to State Government Leaders About the Anti-Consumer Effects of Laws Prohibiting Direct Distribution of Automobiles. [pdf] Koalition allekirjoittama vetoomus autonvalmistajien suoramyynnin sallimisesta kuluttajille, 16.2.2015. Saatavilla: <http://www.autonews.com/assets/PDF/CA98362217.PDF>. Luettu 8.4.2015

Supercell, 2015. Must read: ruled out for the time being - ideas and requests. [internet] Saatavilla: <http://forum.supercell.net/showthread.php/443378-MUST-READ-RULED-OUT-FOR-THE-TIME-BEING-ideas-and-requests>. Katsottu 7.4.2015.

Tesla Motors Inc, 2016. Complaint for declaratory and injunctive relief. [haaste] The United States district court Western District of Michigan southern division. Case 1:16-cv-01158 ECF No. 1 filed 09/22/16. Saatavilla: https://www.scribd.com/document/324910801/Tesla-suing-Michigan-over-direct-sales#from_embed

Tietge, U., Mock, P., Bandivadekar, A. ja Ligterink, N., 2017. From laboratory to road. A 2017 update of official and “real-world” fuel consumption and CO2 values for passenger cars in europe. ICCT White paper, marraskuu 2017. Saatavilla: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Lab-to-road-2017_ICCT-white%20paper_06112017_vF.pdf

Transport & Environment, 2017. Carmakers failing to hit their own goals for sales of electric cars. Missed targets due to a lack of choice, availability and marketing. [pdf] Transport & Environment. September 2017. Julkaistu 5.9.2017 17.35. Saatavilla: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_09_Carmakers_goals_EVs_report_I.pdf

Liite 1. Sosiotekniseen muutokseen liittyvä tutkimus Scopus-tietokannassa 2011 ja 2016.
Punaisella on merkitty viitatuimpien artikkeleiden listalla sijoitustaan parantaneet artikkelit.

Sija 2016	Sija 2011	Otsikko	Tekijät	Vuosi	Julkaisu	Lainaus kpl	Tutkimus haara
1	2	Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study	Geels, F.	2002	Research Policy	909	MLP
2	1	Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management	Kemp, R., Schot, J., Hoogma, R.	1998	Technology Analysis and Strategic Management	679	SNM
3	8	Typology of sociotechnical transition pathways	Geels, F., Schot, J.	2007	Research Policy	665	MLP
4	4	Understanding carbon lock-in	Unruh, G.	2000	Energy Policy	631	
5	6	From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory	Geels, F.W.	2004	Research Policy	610	MLP
6	3	On the nature, function and composition of technological systems	Carlsson, B., Stankiewicz, R.	1991	Journal of Evolutionary Economics	532	TIS
7	5	More evolution than revolution: Transition management in public policy	Rotmans, J., Kemp, R., Van Asselt, M.	2001	Foresight	495	TM
8	7	The governance of sustainable socio-technical transitions	Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F.	2005	Research Policy	489	TM
9	12	Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change	Hekkert, M., Suurs, R., Negro, S., Kuhlmann, S., Smits, R.	2007	Technological Forecasting and Social Change	426	TM
10	16	Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis	Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A.	2008	Research Policy	311	TIS
11	13	Transforming the energy sector: The evolution of technological systems in renewable energy technology	Jacobsson, S., Bergek, A.	2004	Industrial and Corporate Change	254	TM
12	11	The Past and Future of Constructive Technology Assessment	Schot, J., Rip, A.	1997	Technological Forecasting and Social Change	252	SNM/TM
13	18	CAUTION! Transitions ahead: Politics, practice, and sustainable transition management	Shove, E., Walker, G.	2007	Environment and Planning A	242	TM
14	17	Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework	Markard, J., Truffer, B.	2008	Research Policy	241	TIS/MLP
15	-	Strategic niche management and sustainable innovation journeys: Theory, findings, research agenda, and policy	Schot, J., Geels, F.	2008	Technology Analysis and Strategic Management	233	SNM
16	-	Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges	Smith, A., Voß, J.-P., Grin, J.	2010	Research Policy	231	MLP
17	-	Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective	Geels, F.	2010	Research Policy	177	MLP
18	14	Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system	Schot, J., Hoogma, R., Elzen, B.	1994	Futures	165	SNM
19	19	Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective	Geels, F.	2005	Technological Forecasting and Social Change	161	MLP
20	-	The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms	Geels, F.	2011	Environmental Innovation and Societal Transitions	156	MLP
20	-	Transition management for sustainable development: A prescriptive, complexity-based governance framework	Loorbach, D.	2010	Governance	156	TM

Liite 2. Esimerkkejä regiimiin liittyvistä säännöistä Scottin (1995) ja Geelsin (2004) mukaan

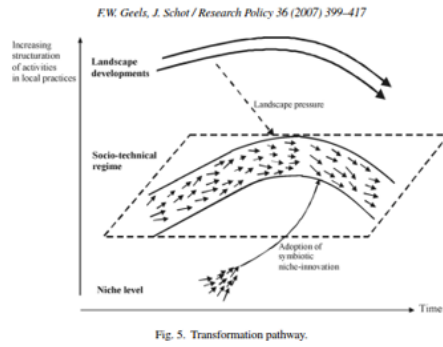
Varying emphasis: three kinds of rules/institutions (Scott, 1995, pp. 35, 52)

	Regulative	Normative	Cognitive
Examples	Formal rules, laws, sanctions, incentive structures, reward and cost structures, governance systems, power systems, protocols, standards, procedures	Values, norms, role expectations, authority systems, duty, codes of conduct	Priorities, problem agendas, beliefs, bodies of knowledge (paradigms), models of reality, categories, classifications, jargon/language, search heuristics
Basis of compliance	Expedience	Social obligation	Taken for granted
Mechanisms	Coercive (force, punishments)	Normative pressure (social sanctions such as 'shaming')	Mimetic, learning, imitation
Logic	Instrumentality (creating stability, 'rules of the game')	Appropriateness, becoming part of the group ('how we do things')	Orthodoxy (shared ideas, concepts)
Basis of legitimacy	Legally sanctioned	Morally governed	Culturally supported, conceptually correct

Examples of rules in different regimes

	Formal/regulative	Normative	Cognitive
Technological and product regimes (research, development production)	Technical standards, product specifications (e.g. emissions, weight), functional requirements (articulated by customers or marketing departments), accounting rules to establish profitability for R&D projects (Christensen, 1997), expected capital return rate for investments, R&D subsidies.	Companies own sense of itself (what company are we? what business are we in?), authority structures in technical communities or firms, testing procedures.	Search heuristics, routines, exemplars (Dosi, 1982; Nelson and Winter, 1982), guiding principles (Elzen et al., 1990), expectations (Van Lente, 1993; Van Lente and Rip, 1998), technological guideposts (Sahal, 1985), technical problem agenda, presumptive anomalies (Constant, 1980), problem solving strategies, technical recipes, 'user representations' (Akrich, 1995), interpretative flexibility and technological frame (Bijker, 1995), classifications (Bowker and Star, 2000).
Science regimes	Formal research programmes (in research groups, governments), professional boundaries, rules for government subsidies.	Review procedures for publication, norms for citation, academic values and norms (Merton, 1973).	Paradigms (Kuhn, 1962), exemplars, criteria and methods of knowledge production.
Policy regimes	Administrative regulations and procedures which structure the legislative process, formal regulations of technology (e.g. safety standards, emission norms), subsidy programs, procurement programs.	Policy goals, interaction patterns between industry and government (e.g. corporatism), institutional commitment to existing systems (Walker, 2000), role perceptions of government.	Ideas about the effectiveness of instruments, guiding principles (e.g. liberalisation), problem-agendas.
Socio-cultural regimes (societal groups, media)	Rules which structure the spread of information production of cultural symbols (e.g. media laws).	Cultural values in society or sectors, ways in which users interact with firms (Lundvall, 1988).	Symbolic meanings of technologies, ideas about impacts, cultural categories.
Users, markets and distribution networks	Construction of markets through laws and rules (Callon, 1998, 1999; Green, 1992; Spar, 2001); property rights, product quality laws, liability rules, market subsidies, tax credits to users, competition rules, safety requirements.	Interlocking role relationships between users and firms, mutual perceptions and expectations (White, 1981, 1988; Swedberg, 1994).	User practices, user preferences, user competencies, interpretation of functionalities of technologies, beliefs about the efficiency of (free)markets, perceptions of what 'the market' wants (i.e. selection criteria, user preferences).

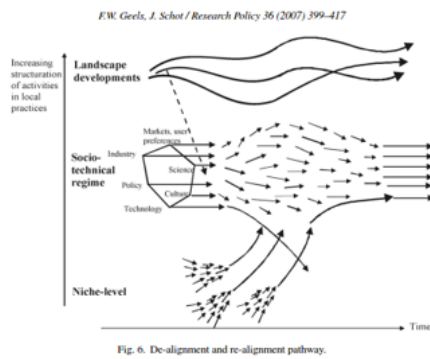
Liite 3. Muutospolkuja sosiotekniseen muutokseen Geelsin (2007b) mukaan.



Mukautuminen

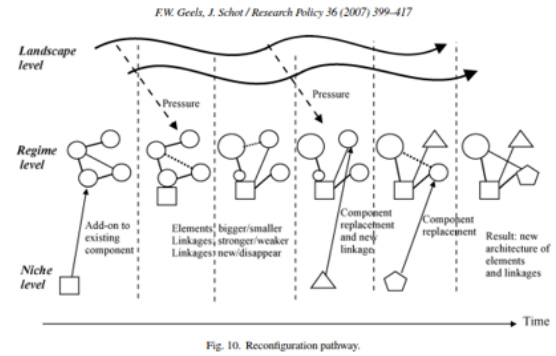
”Markkinat ratkaisee”

= regiimin inkrementaali muutos



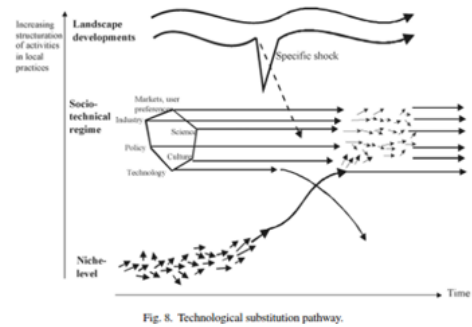
Hajaantuminen ja
uudelleensuuntautuminen

”Usko toimintamalliin häviää”



Uudelleenjärjestely

”Regiimi uudistuu komponentti kerrallaan”



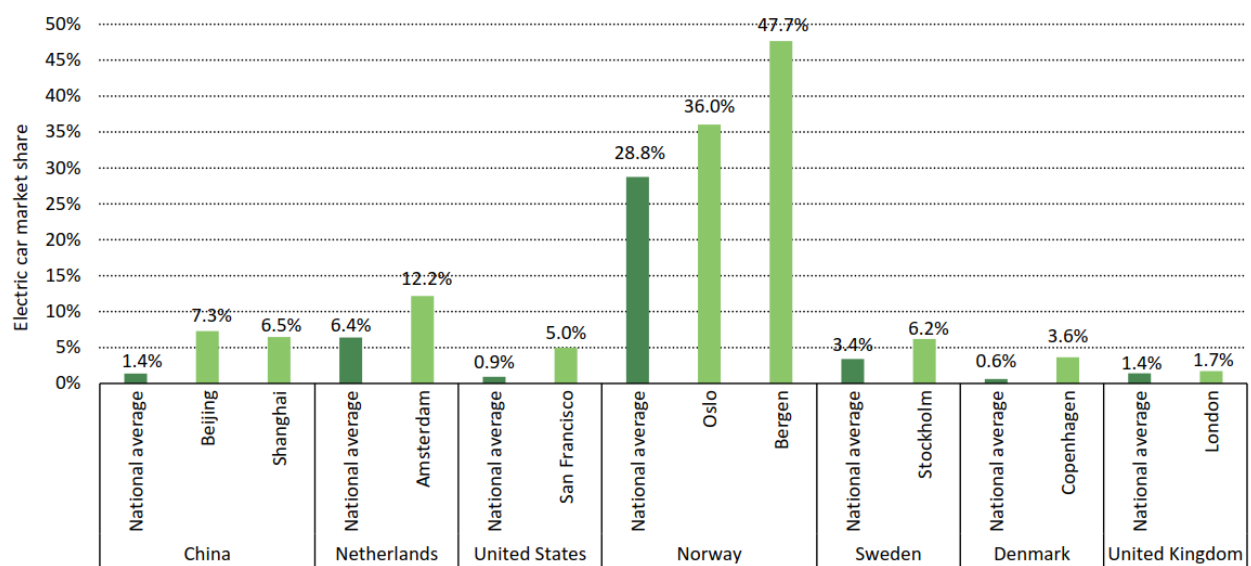
Teknologian korvautuminen

”Luova tuho” → Nichestä uusi regiimi

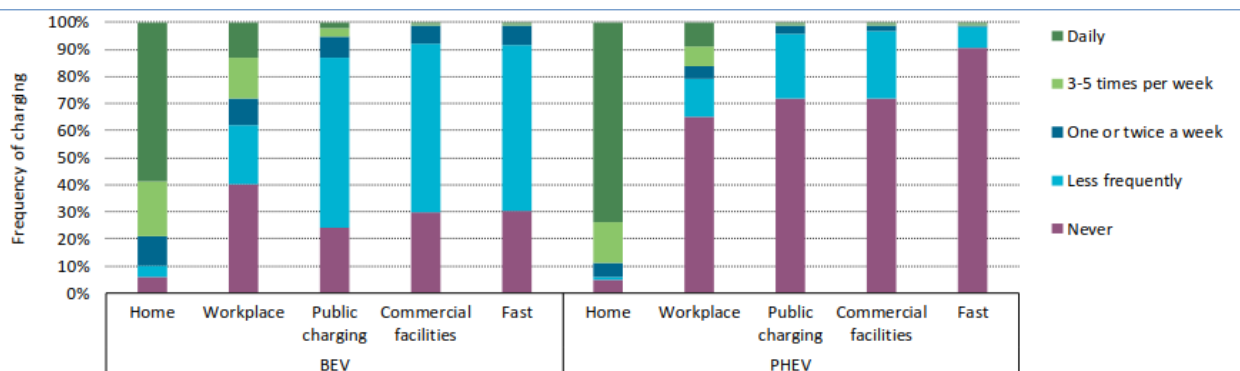
Liite 4. Auton omistamisesta käyttäjälle koituvien kustannusten lähtötiedot.

YLEISET TAUSTATIEDOT - päivittämät tiedot keltaisille alueille					
		Sähkö	Bensiini	Hybrid	lisätietoja
Pitkäikäisyys	v	7	7	7	
Omat rahat ostossa	€	2555	2555	2555	
Saamattua jäävä korko	%	0,5	0,5	0,5	Auton sijoitetun rahan korko, ns. tuotto talletustasolla
laina-aika	v	3	3	3	
lainakorko	%	3	3	3	
Ajokilometrejä vuodessa	km/v	18000	18000	18000	km/päivä, luku tilastokeskus/tieteiläis 2014 raportti ajatut 49,3 sietokoneittien henkilöauton / auton määrä
Sähkön hinta kuluttajalle	€/kwh	0,1332	0,1332	0,1332	13,32 snt/kWh Tilastokeskus, keskiarvo kuluttajainhinnoille 2007-2017
Bensiinin hinta kuluttajalle	€/l	1,47	1,47	1,47	1,47 Tilastokeskus, keskiarvo 2007-2017
Dieselin hinta	€/l	1,5	1,5	1,5	1,5 käytettyissä laskelmissa
AUTOKOHTAISET TIEDOT					
Polttoaine		Sähkö	Bensiini	Hybrid sähkö/bensiini	
Merkki		Volkswagen	Volkswagen	Volkswagen	
Malli		e-Golf 100 kW (136 hv) automaatt	Highline 1,5 TSI EVO 96 kW (130 hv) BLUEMOTION DSG-automatti	GTE Plug-In Hybrid 150 kW (204 hv) DSG-automatti	
Kokonaismassa	kg	2020	1820	2040	
Akun koko	kWh	35,8		8,7	
Kulutus, sähkö	kWh /100km	12,7	43,2	11,4	Valmistajan ilmoittamat kulutusluvut
Kulutus, bensiini	l/100 km	0	4,8	1,6	Valmistajan ilmoittamat kulutusluvut
Kulutus	kWh / km	0,127	0,432	0,114	
	kWh/vuosi	2285	7776	2052	
	l/km	0	0,048	0,016	1 Kerroin valmistajan ilmoittamalle kulutukselle e, esim. 10 % suurempi =
	l/vuosi	0	864	288	
	€/km	0,017	0,0056	0,04	
	€/vuosi	388	1270	697	
Vuotuisen polttoaineen kulutus	€/vuosi	388	1270	697	
CO2-päästöt	g/km	0	110	36	1 Kerroin valmistajan ilmoittamalle päästöille e
Vuotuiset CO2-päästöt kg (valmistajan)	kg	0	190	648	
ALV:n auton hinta	€	35226	22181	32903	
ALV		8454	5324	7897	
Perushinta ilman autoveroa (sis.ALV)	€	41230	26410	39840	Perushinta, Ei lisävarusteita
Lisävarusteet yhteensä vuoden vuoksi (sis.ALV)		2450	1095	960	Yhtenevän varustelutason vuoksi
Hinta yhteensä varustelutasolla		43680	27505	40800	ALV:n sisältävä perushinta
Autovero (1.1.2017 voimassa oleva)	€	1621	4976	2402	Automaattisesti verotulokulusta
Veroilinen auton hinta	€	45381	32481	43202	muodostuu automaattisesti
Latauspiste kotiin	€	1090		1090	
lainaraha	€	46391	32481	44292	Plug-in hinnasta AML Sursun EYSE43-latauslaitte
Arvonlennus	%/v	14	14	14	Motivon käyttämä arvonalennusprosentti
Päiväkohtainen ajoneuvovero (perusvero) 1.1.2017	snt/pvä	29,10	47,40	32,70	Tulee automaattisesti tulokulusta
Ajoneuvovero /perusvero	€/v	106,22	173,01	119,36	Tulee automaattisesti tulokulusta
Käyttövoimaverot €/päivä/100 kg	€/päivä/100kg	0,015	0	0,005	Sillä ei heikotä: sähkö 0,015, sähkö-bensa-hybrid 0,005, diesel 0,055, sil
Käyttövoimaverot €/vuosi	€/vuosi	114,98	0,00	38,33	
Ajoneuvovero yhteensä	€/v	221,19	173,01	157,69	
Huoltosopimus (VW)	€/km	0,021	0,025	0,030	
Huoltosopimus (VW)/tk (Myös renkaiden kausivaihto, säilytys ja laastaus)	€/tk	57	64	72	VolkswagenCenter Helsingin antama hintatieto
liikennevakuutus	€/v	315	315	315	Motivon käyttämä luvut
Kaskovakuutus	€/v	550	550	550	https://www.motiva.fi/rahoitus/kestava_jatkuvuus/ka
Pysäköintimaksut	€/tk	22	22	22	Hj:n asukaspaikkamaksu /tk /2017
Renkaiden hinta (talvi+kesä)	€	1600	1600	1600	kaikilla sama
Renkaiden vaihtoväli	v	6	6	6	
Akun hinta vaihtohetkellä		3559		1224	Akun hinta automaattisesti vaihtovuoden perusteella oletetun hintakorotuksen mukaan
Akun vaihtoväli		16		16	Vaihtojaksona, jos suurempi kuin pitkäikäisyys, vaihtoa ei ole huomioitu

Liite 5. Sähköautojen markkinaosuus johtavissa sähköautomaissa sekä kehitystä johtavissa kaupungeissa. (Lähde IEA, 2017, s. 37)

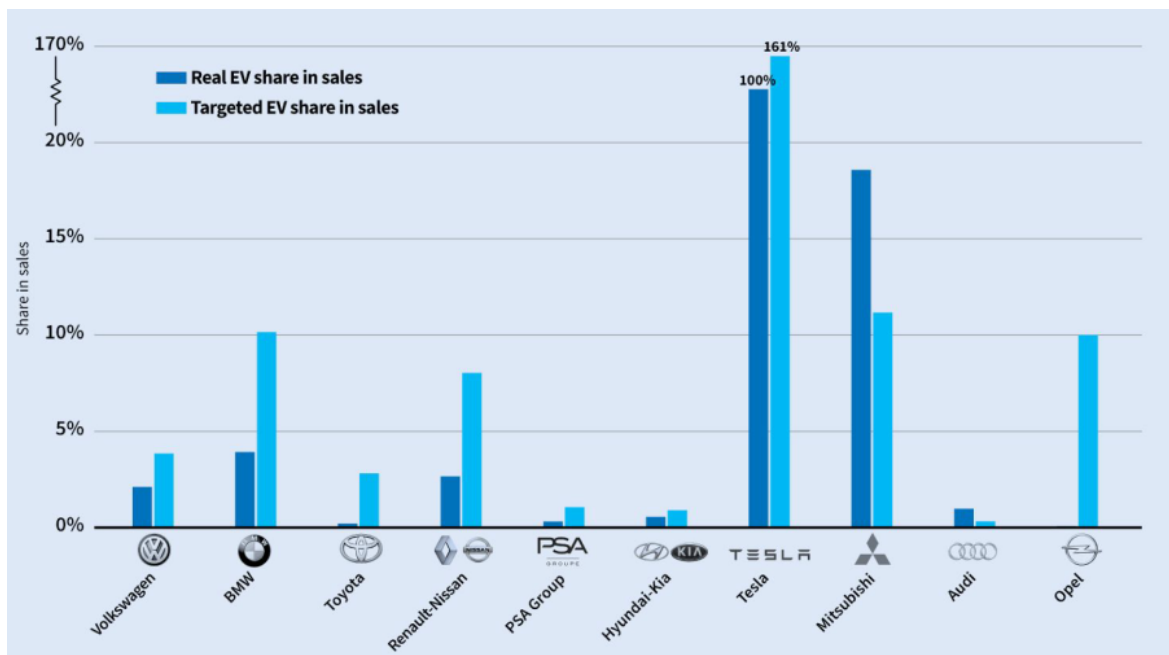


Liite 6. Norjalaiset lataavat sähköautojaan useimmin kotona ja harvoin julkisissa nopean latauksen pisteissä (Lähde: IEA, 2017, s.33)

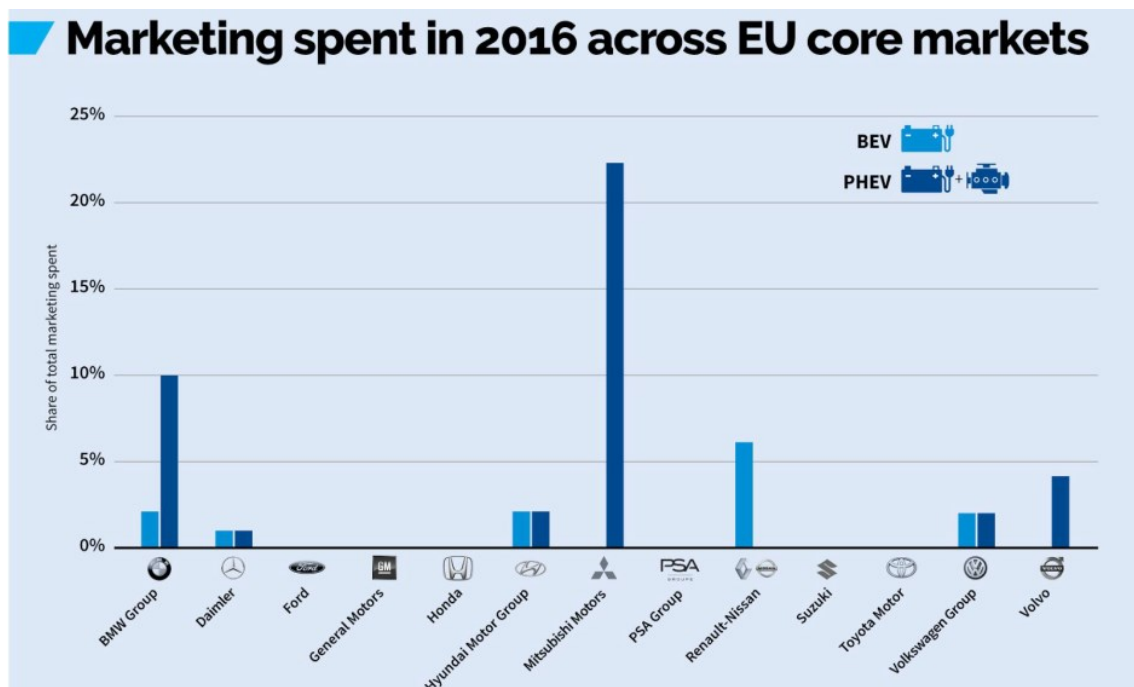


Source: IEA elaboration based on results from Figenbaum and Kolbenstvedt (2016).

Liite 7. Autovalmistajien sähköautomyyntille asettamiensa tavoitteiden toteutuminen vuonna 2016. (Lähde: Transport & Environment, 2017, s.6).



Liite 8. Eri autonvalmistajien sähköautoihin ja ladattaviin hybrideihin käyttämä osuus markkinointikustannuksista vuonna 2016. (Lähde: Transport & Environment, 2017, s.3).



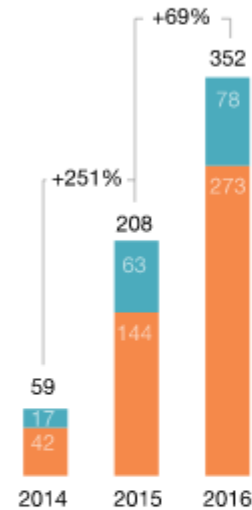
Liite 9. Vuonna 2016 Sähköautomarkkinat kasvoivat voimakkaimmin Kiinassa. Euroopassa ja Yhdysvalloissa kasvu oli hitaampaa. (Lähde: Hertzke ja muut, 2017)

New registrations of electric vehicles,
thousands of units¹

Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) ■
Battery electric vehicle (BEV) ■

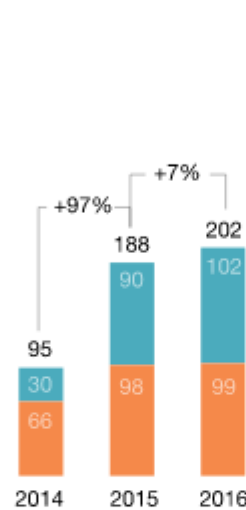
China

Expanded its market-leading position with growth of 69% in 2016



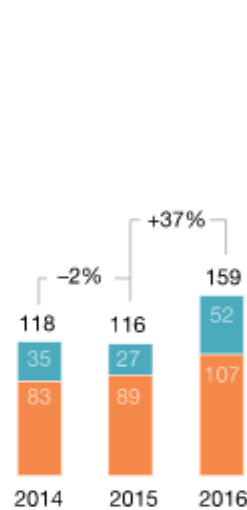
Europe²

Rather low market growth with 7% in 2016



United States

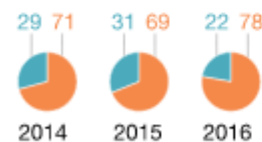
Growth recovered to 37% in 2016



New registrations of electric vehicles, %

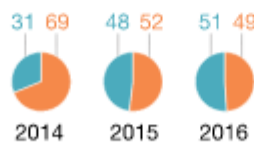
China

BEVs dominate, with 78% market share in 2016



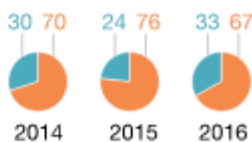
Europe

PHEV sales just exceed BEV sales in 2016



United States

Market momentum is driven by increasing demand for PHEVs



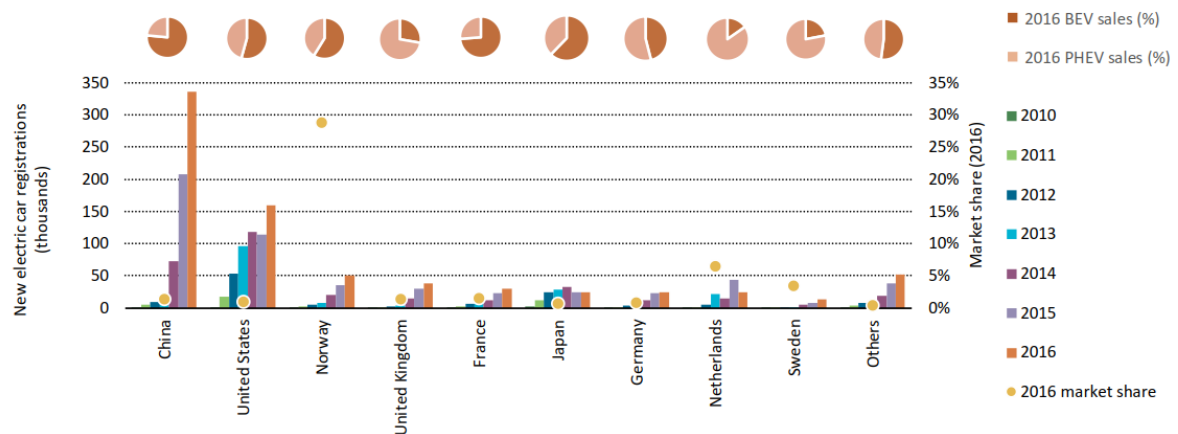
¹Figures may not sum to 100%, because of rounding.

²Includes 11 key markets: Denmark, France, Germany, Italy, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, and United Kingdom.

Source: China Association of Automobile Manufacturers; EV-sales.blogspot.com; IHS Markit (March 2017)

Liite 10. Kiinassa sähköautoja myydään eniten. (Lähde: IEA, 2017, s.12)

Figure 5 • Electric car sales, market share, and BEV and PHEV sales shares in selected countries, 2010-16

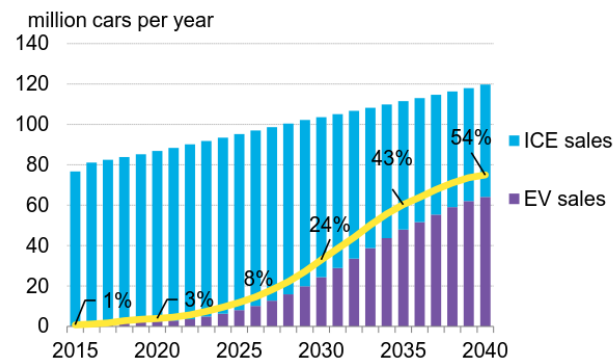


Sources: IEA analysis based on EVI country submissions, complemented by EAFO (2017a), IHS Polk (2016), MarkLines (2017), ACEA (2017a, 2017b) and EEA (2017).

Key point: The two main electric car markets are China and the United States. Six countries reached EV market shares of more than 1% in 2016: Norway, the Netherlands, Sweden, France, the United Kingdom and China.

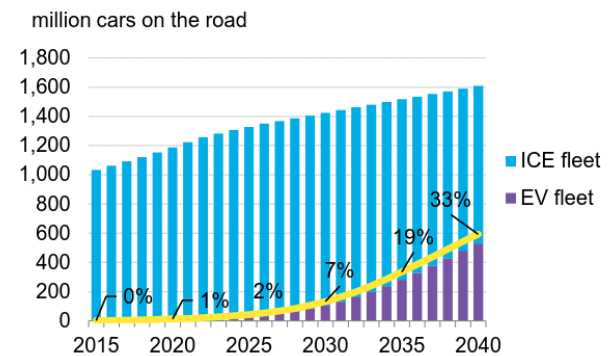
Liite 11. Sähköautomyynnin kehitys Bloombergin ennusteen mukaan vuoteen 2040 asti (Lähde: Hertzke ja muut, 2017)

Figure 1: Annual global light duty vehicle sales



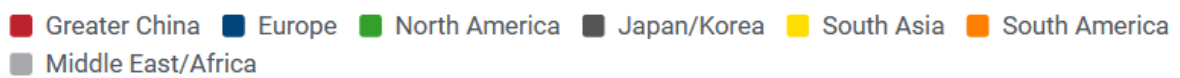
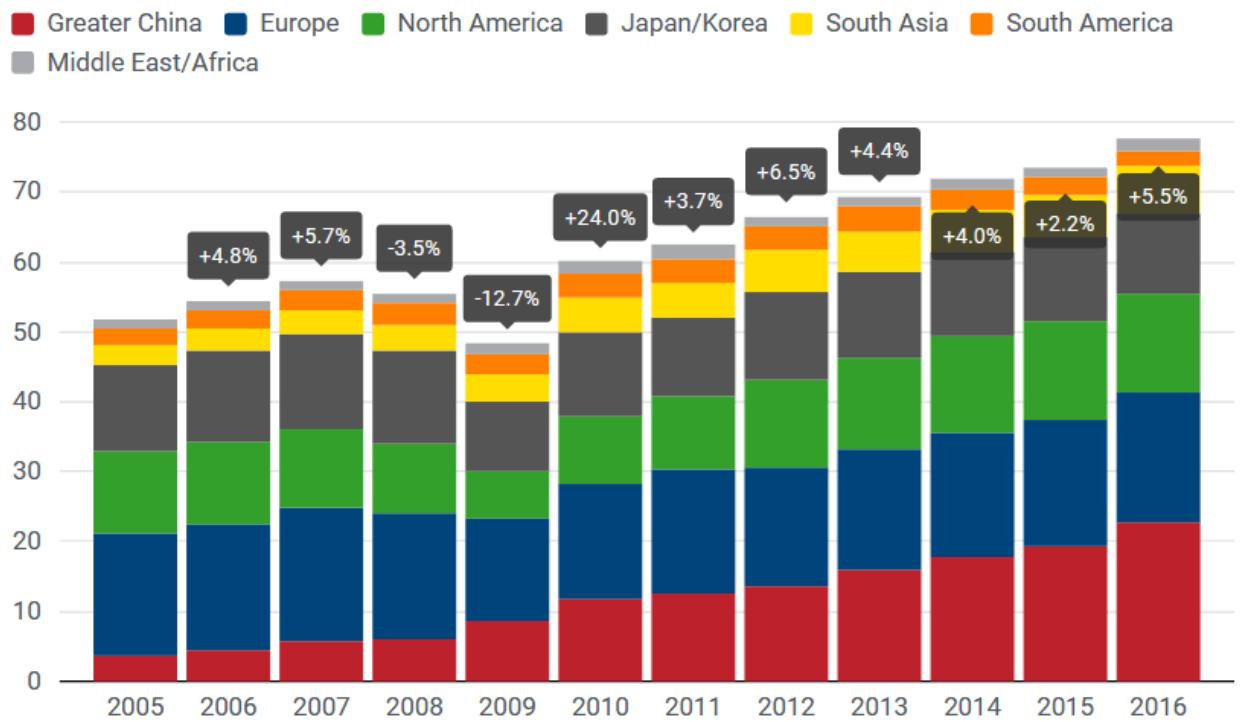
Source: Bloomberg New Energy Finance

Figure 2: Global light duty vehicle fleet

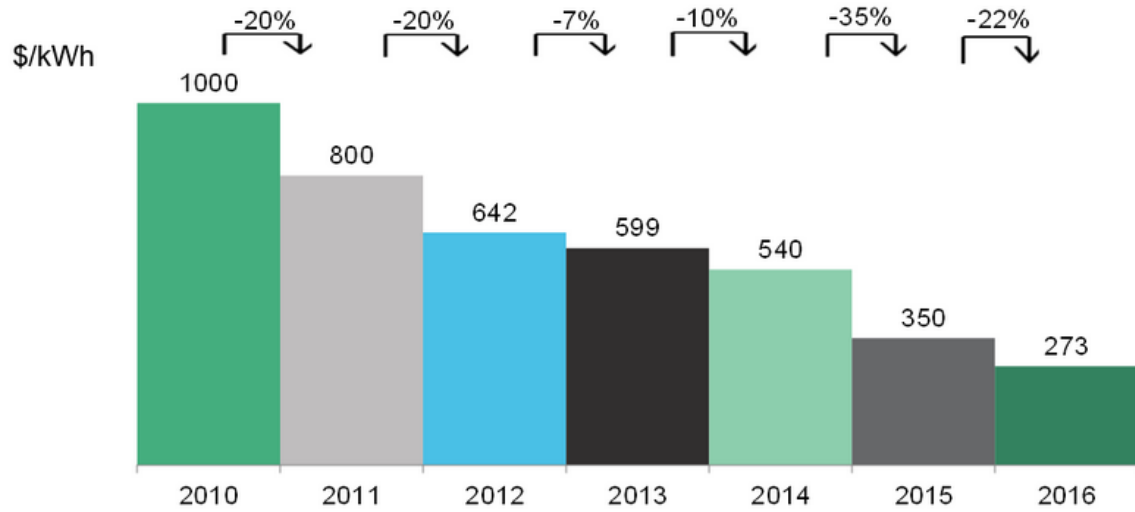


Source: Bloomberg New Energy Finance

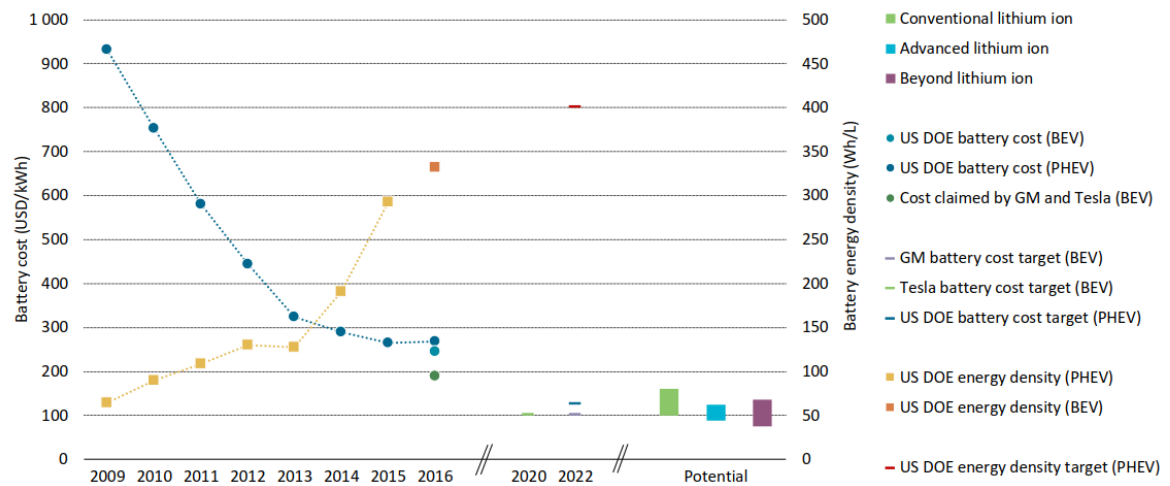
Liite 12. Maailmanlaajuinen henkilöautojen tuotanto vuonna 2016. (Lähde: ACEA, 2017b)



Liite 13. Akkujen hintakehitys Bloombergin mukaan



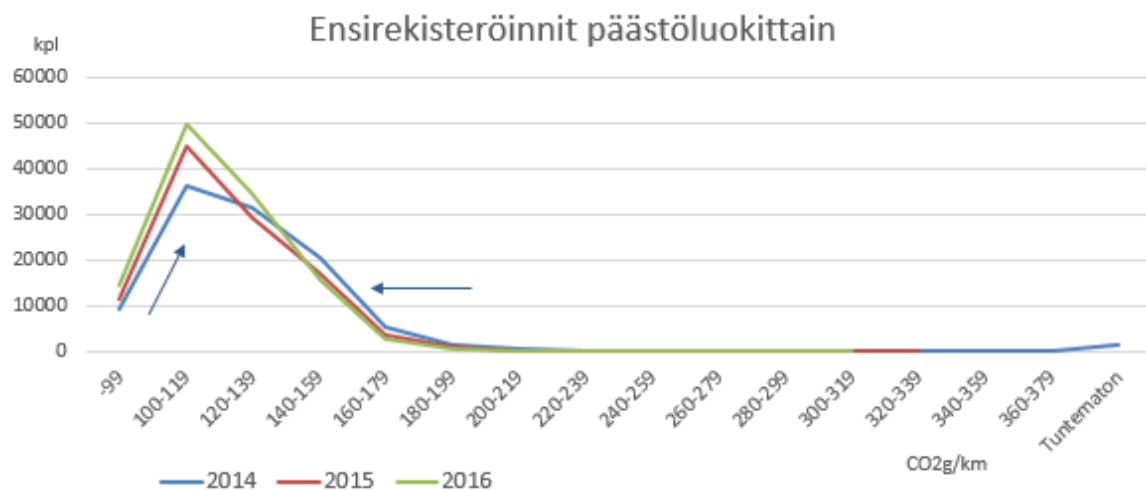
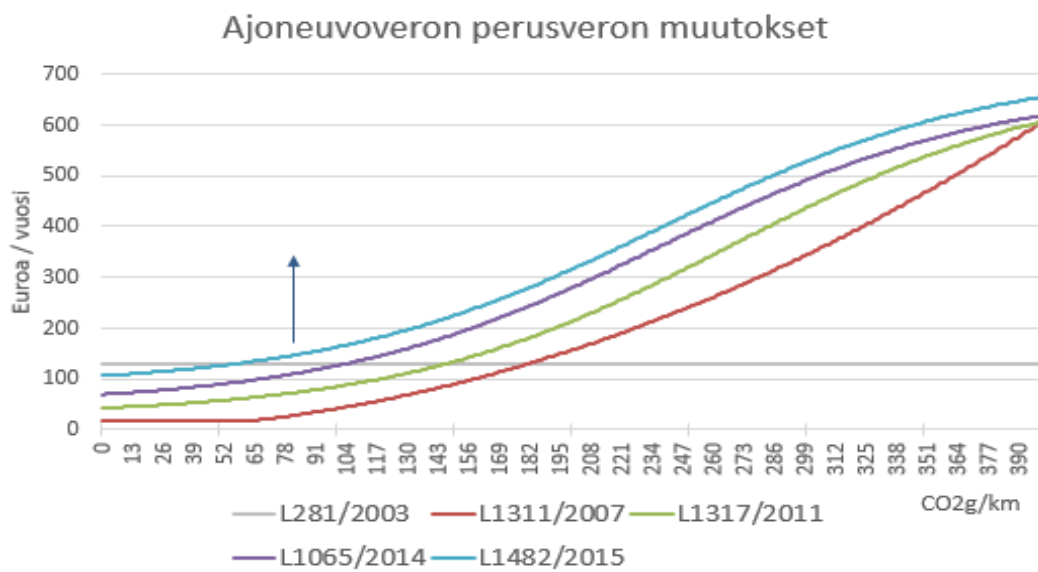
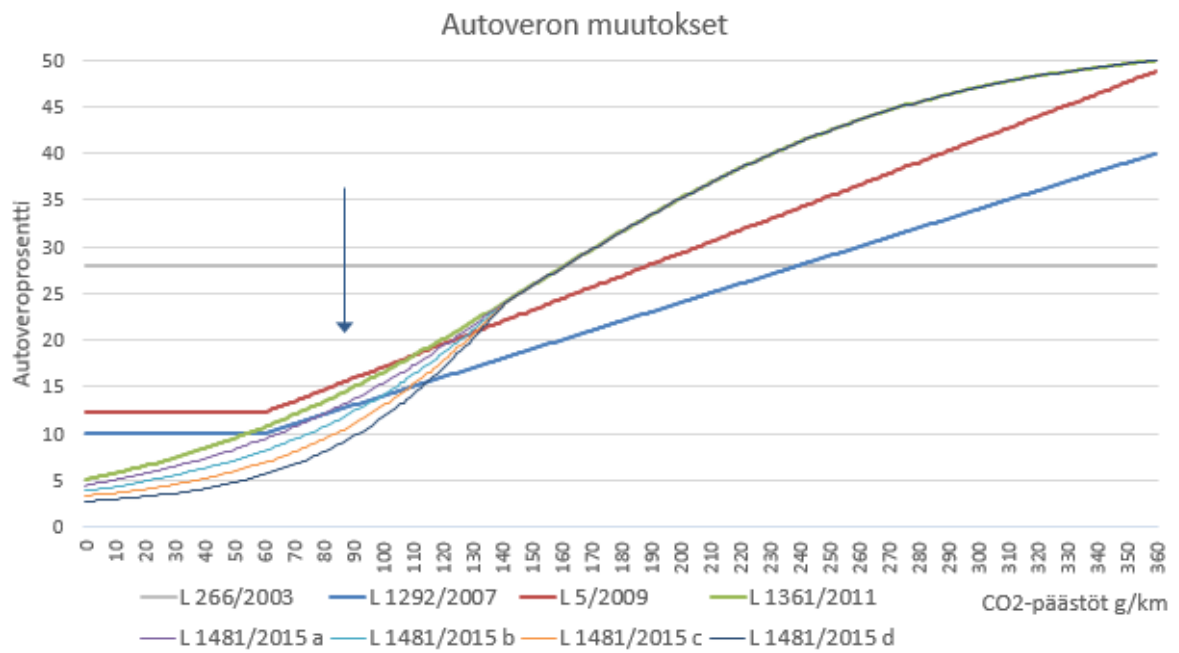
Liite 14. IEA:n näkemys akkujen hintojen ja suorituskyvyn kehityksestä. (IEA, 2017, s.14)



Liite 15. Lakimuutoksien vaikutus ostamisen ja omistamisen verokertymiin 2007-2019

Lakimuutos (L)	Hallituksen esitys (HE)	Määräytymisen perusteet				Verot euroissa /osto tai vuosi				Ostamisen ja omistamisen verotus yhteensä				Muutos	
		Sovelius	Ajoneuvon perusvero		Käyttö- voimavero	Ajoneuvon perusvero		Käyttö- voimavero	Ajoneuvovero/ elinkaari (15v) €	Auto- ja ajo- neuvot yhteensä €	ALV/ ELV %	ALV/ ELV %	Ostamisen ja omistamisen verotuksen muutos	Ostamisen ja omistamisen verojen muutos	Auto- ja ajoneuvo- verojen muutos
			Autovero %	Autovero snt/pv		Autovero snt/pv	Autovero snt/pv/100kg								
2007 L 266/2003, autoverolaki, L 1281/2003, ajoneuvoverolaki	HE 271/2002 HE 111/2003	-2007 sähkö bensa	28%-650€ 28%-650€	35,0 35,0	35,0 35,0	128 128	6,7 6,7	15305 14247	514 514	24925 23866	22 22	11117 10373	36042 34239	18216 34239	
2008 L 1292/2007, autoveron porrastus hiilidioksidipäästöjen mukaan	HE 147/2007	1.1.2008 sähkö bensa	10 15	35,0 35,0	128 128	6,7 6,7	4559 4543	514 514	514 514	14178 14178	22 22	8753 8753	22931 22931	12338 12338	-10747
2009 L 5/2009, autoveron korotus siitä perityn ALV:n verran	HE 192/2008	1.4.2009 sähkö bensa	12,2 18,3	35,0 35,0	128 128	6,7 6,7	5701 5766	514 514	514 514	15320 15320	22 22	7750 7750	23070 23070	12338 12338	-10747
2011 L 1311/2007, perusveron porrastus hiilidioksidipäästöjen mukaan	HE 146/2007	1.3.2011 sähkö bensa	12,2 18,3	5,3 13,8	19 50	6,7 6,7	5701 5766	514 514	514 514	13694 13694	23 23	8102 8102	21796 21796	12338 12338	-10747
2012 L 1401/2010, käyttövoimavero alennus	HE 147/2010	1.1.2012 sähkö bensa	12,2 18,3	5,3 13,8	19 50	6,7 6,7	5323 5766	514 514	514 514	13316 13316	23 23	7568 7568	20884 20884	12338 12338	-10747
L 1316/2011, autoveron muutos	HE 57/2011	1.4.2012 sähkö bensa	5 18,3	5,3 13,8	19 50	5,5 5,5	5323 5766	422 422	422 422	12315 12315	23 23	8102 8102	20417 20417	12338 12338	-10747
2013 L 1317/2011, perusveron korotus L 1401/2010, käyttövoimavero porrastus voimantähteyttä	HE 56/2011 HE 147/2010	1.1.2013 sähkö bensa	5 18,3	11,8 25,5	43 93	1,5 1,5	2159 5766	115 115	115 115	4530 4530	24 24	8454 8454	12984 12984	12338 12338	-10747
2016 L 1065/2014, perusveron korotus L 1481/2015, autoveron alennus	HE 124/2014 HE 33/2015	1.1.2016 sähkö bensa	4,4 17,3	19,1 37,4	70 137	1,5 0,5	1888 5385	115 38	115 38	4659 4659	24 24	8454 8454	13113 13113	129 129	-10747
2017 L 1481/2015, autoveron alennus L 1482/2015, perusveron tasakorotus	HE 33/2015 HE 33/2015	1.1.2017 sähkö bensa	3,8 16,2	29,1 47,4	106 173	1,5 0,5	1621 4976	115 119	115 119	4938 4938	24 24	8454 8454	13393 13393	280 280	-10747
2018 L 1481/2015, autoveron alennus	HE 33/2015	1.1.2018 sähkö bensa	3,3 15,2	29,1 47,4	106 173	1,5 0,5	1400 4614	115 38	115 38	4718 4718	24 24	8454 8454	13172 13172	280 280	-10747
2019 L 1481/2015, autoveron alennus	HE 33/2015	1.1.2019 sähkö bensa	2,7 14,1	29,1 47,4	106 173	1,5 0,5	1138 4225	115 38	115 38	4456 4456	24 24	8454 8454	12911 12911	280 280	-10747
Jos autovero poistettaisiin		sähkö bensa	0 0	29,10 47,40	106 173	1,5 0,5	0 0	115 38	115 38	3318 3318	24 24	8454 8454	11772 11772	271 271	-10747
		hybridi	0 0	32,70 32,70	119 119	0,5 0,5	1555 1555	119 119	119 119	3920 3920	24 24	7897 7897	11817 11817	7 7	-10747

Liite 16. Auto- ja ajoneuvoveron muutokset 2007 alkaen sekä ensirekisteröinnit päästöluokittain (nuolet kuvaavat kehityksen suuntaa)



Liite 17. Hahmotelmaa verotaulukoiden muutosta varten.

